



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

**ЕФИКАСНОСТ ПРИМЕНЕ ОБРАЗОВНО
РАЧУНАРСКОГ СОФТВЕРА У НАСТАВИ
БИОЛОГИЈЕ У ГИМНАЗИЈИ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор:

проф. др Томка Миљановић

Кандидат:

МА Весна Одацић

Нови Сад, 2016.

САДРЖАЈ

РЕЗИМЕ	6
SUMMARY	7
1. УВОД	8
2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА	10
2.1. Теоријска полазишта савремене наставе биологије	10
2.2. Преглед досадашњих истраживања ефикасности примене иновативних наставних модела у настави биологије	11
2.2.1. Од традиционалне ка савременој настави биологије у гимназији...	12
2.2.2. Савремени концепт наставе биологије	13
2.3. Информатизација образовања	16
2.3.1. Рачунари у настави	18
2.3.2. Улога Интернет технологија у образовању	21
2.3.3. Улога Е учења у образовању	28
2.4. Појам и дефиниција образовно рачунарског софтвера (ОРС)	31
2.4.1. Развој образовно рачунарског софтвера	32
2.4.2. Фазе пројектовања образовно рачунарског софтвера	33
2.4.3. Критеријуми класификације образовно рачунарског софтвера	34
2.4.4. Дидактичко – психолошке претпоставке пројектовања образовно рачунарских софтвера	36
2.4.5. Избор и анализа градива за моделовање образовно рачунарског софтвера	39
2.4.6. Методе, технике и инструменти за вредновање ОРС-а	42
2.5. Мултимедијална технологија у образовном процесу	43
2.5.1. Образложење употребе мултимедијалног учења	43
2.5.2. Когнитивне теорије мултимедијског учења и моделовање ОРС-а..	44
2.5.3. Три врсте меморије у мултимедијалном учењу	46
2.5.4. Аспекти примене мултимедијалности у ОРС-у	50
2.6. Образовно рачунарско окружење примењено у истраживању	51

2.6.1.	Педагошко-психолошко и дидактичко обликовање образовно рачунарског софтвера <i>Механизми наслеђивања</i>	52
2.6.2.	Класификација ОРС-а <i>Механизми наслеђивања</i>	53
2.7.	Преглед досадашњих истраживања о примени и ефикасности образовно рачунарског софтвера у настави природних наука	54
2.8.	Опис развојног окружења образовно рачунарског софтвера примењеног у истраживању.....	58
2.9.	Методичка упутства за обраду садржаја наставне теме <i>Механизми наслеђивања</i> у експерименталној и контролној групи	71
2.9.1.	Припрема наставника	71
2.9.2.	Припрема ученика	71
2.9.3.	Преглед етапа коришћења образовно рачунарског софтвера на часовима биологије у експерименталној групи ученика.....	72
3.	МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА	74
3.1.	Проблем и предмет истраживања.....	74
3.2.	Циљ и задаци истраживања	75
3.3.	Хипотезе истраживања	76
3.4.	Методе технике и инструменти истраживања	77
3.4.1.	Методе истраживања.....	77
3.4.2.	Технике истраживања	77
3.4.3.	Инструменти истраживања	78
3.5.	Узорак истраживања	79
3.6.	Варијабле истраживања	79
3.7.	Статистичка обрада резултата истраживања.....	80
3.8.	Експериментални фактори и модели истраживања	80
3.9.	Пројекат експерименталног истраживања	82
3.10.	Организација, ток и време реализације педагошког истраживања.....	83
4.	РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА	84
4.1.	Резултати иницијалног испитивања у Е и К групи.....	84
4.1.1.	Уједначавање Е и К групе према општем успеху ученика на крају трећег разреда гимназије	84
4.1.2.	Уједначавање Е и К групе према успеху ученика из биологије на крају трећег разреда гимназије	85

4.1.3.	Уједначавање Е и К групе према успеху ученика на иницијалном тесту	87
4.2.	Резултати финалног тестирања знања ученика	90
4.3.	Резултати ретестирања знања ученика	94
4.4.	Упоредна анализа постигнућа ученика Е и К групе током реализације педагошког истраживања	98
4.5.	Анализа анкете ученика експерименталне групе о примени ОРС-а у настави биологије	108
4.5.1.	Ставови ученика Е групе о наставном предмету биологија.....	109
4.5.2.	Ставови ученика Е групе о часовима биологије пре увођења ОРС-а.....	110
4.5.3.	Ставови ученика Е групе о садржајима наставне теме <i>Механизми наслеђивања</i>	111
4.5.4.	Ставови ученика Е групе о учењу биологије применом ОРС-а <i>Механизми наслеђивања</i>	113
4.5.5.	Ставови ученика Е групе о квалитету ОРС-а <i>Механизми наслеђивања</i> коришћеног током педагошког истраживања.....	115
4.5.6.	Ставови ученика Е групе о разумевању појмова и процеса применом ОРС-а <i>Механизми наслеђивања</i> у настави биологије.....	118
4.5.7.	Мишљења ученика о реализацији наставне теме <i>Механизми наслеђивања</i> применом ОРС-а.....	119
4.5.8.	Ставови ученика Е групе о најефикаснијем начину учења биологије	121
5.	ЗАКЉУЧАК	123
6.	ЛИТЕРАТУРА	126
7.	ПРИЛОГ	139
7.1.	Иницијални тест.....	139
7.1.1.	Решење иницијалног теста и критеријум бодовања	144
7.2.	Финални тест (ретест).....	145
7.2.1.	Решење финалног теста (ретеста) и критеријум бодовања	149
7.3.	Анкета за ученике експерименталних одељења о реализацији наставних садржаја наставне теме <i>Механизми наслеђивања</i> применом образовно рачунарског софтвера	150
7.4.	Преглед писаних припрема за реализацију садржаја наставне теме <i>Механизми наслеђивања</i> у експерименталној групи ученика	153
7.4.1.	Организација и механизми преношења генетичког материјала	153
7.4.2.	Основна правила наслеђивања.....	156
7.4.3.	Типови и примери наслеђивања особина код биљака и животиња. Варијабилност и наслеђивање квантитативних особина.....	160

7.4.4.	Вежба: израда рачунских задатака из генетике.....	164
7.4.5.	Извори генетичке варијабилности; комбиновање гена и хромозома.....	168
7.4.6.	Мутације – хромозомске аберације.....	172
7.4.7.	Провера знања.....	178
7.4.8.	Генетичка структура популација. Динамика одржавања генетичке полиморфности популације.....	183
7.4.9.	Вештачка селекција и оплемењивање биљака и животиња.....	186
7.4.10.	Генетичка контрола развића.....	189
7.4.11.	Утврђивање градива.....	192
7.4.12.	Наследност и варирање особина код људи. Наследне болести.	
7.4.13.	Генетичка условљеност човековог понашања.....	196
7.4.14.	Вежба: израда родослова.....	199
7.4.15.	Систематизација наставне теме <i>Механизми наслеђивања</i>	202
7.5.	Преглед писаних припрема за реализацију садржаја наставне теме <i>Механизми наслеђивања у контролној групи ученика</i>	204
7.5.1.	Организација и механизми преношења генетичког материјала	204
7.5.2.	Основна правила наслеђивања.....	207
7.5.3.	Типови и примери наслеђивања особина код биљака и животиња. Варијабилност и наслеђивање квантитативних особина.....	209
7.5.4.	Вежба: израда рачунских задатака из генетике.....	211
7.5.5.	Извори генетичке варијабилности; комбиновање гена и хромозома.....	214
7.5.6.	Мутације – хромозомске аберације.....	218
7.5.7.	Провера знања.....	220
7.5.8.	Генетичка структура популација. Динамика одржавања генетичке полиморфности популације.....	221
7.5.9.	Вештачка селекција и оплемењивање биљака и животиња.....	223
7.5.10.	Генетичка контрола развића.....	225
7.5.11.	Утврђивање градива.....	226
7.5.12.	Наследност и варирање особина код људи. Наследне болести.	
7.5.13.	Генетичка условљеност човековог понашања.....	228
7.5.14.	Вежба: израда родослова.....	231
7.5.15.	Систематизација наставне теме <i>Механизми наслеђивања</i>	234
7.6.	Образовни рачунарски софтвер <i>Механизми наслеђивања</i>	235
	Биографија аутора	236
	КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА	237

РЕЗИМЕ

У условима савремене наставе више се не поставља питање да ли треба примењивати савремене информационе технологије, већ је главни задатак доћи до одговарајућих решења, како и на који начин применити нове технологије у контексту датих предметних области. Пре свега, да би се побољшао квалитет наставе, а учење постало ефикасније. Овај рад има за циљ да укаже на неминовност увођења нових наставних модела – образовних рачунарских софтвера у нашој средини, која је још недовољно информатички развијена, да дефинише појам образовног рачунарског софтвера принципе за његово креирање, као и проблеме при његовом креирању.

У дисертацији је детаљно и аргументовано приказана: теоријска основа образовно рачунарског софтвера, развој, фазе и методичко – дидактичко захтеви пројектовања софтвера, значај мултимедијалне технологије у пројекцији софтвера, положај и улога наставника и ученика у овом моделу рада, предности и недостаци овог модела учења у настави биологије.

Да би се проверила ефикасност примене образовно рачунарског софтвера у настави биологије, спроведен је педагошки експеримент са паралелним групама, са циљем испитивања ефикаснијег стицања знања и развоја мотивације за рад, у поређењу са традиционалним приступом. За потребе истраживања обликовани су иновативни наставни модели, образовно рачунарски софтвер, тестови знања и анкета. Добијени резултати показују да примена образовног софтвера доприноси повећању укупне ефикасности наставе у односу на традиционални начин обраде наставних садржаја у биологији.

Иновативни дидактички модел примењен у овом истраживању, могуће је применити у наставној пракси на свим нивоима образовања. Примена образовних софтвера неће умањити улогу наставника, већ ће утицати на његов професионални напредак и послужити му да квалитетније, брже и ефикасније оствари васпитно–образовни циљ. Истовремено ученици ће се оспособити за самостално учење, критичко мишљење и брзо прилагођавање новим околностима.

Наставак истраживања требало би усмерити ка развоју иновативних наставних модела који су прилагођени и максимално усклађени са стилем учења ученика и који ће их мотивисати да активно учествују у савременим облицима наставе, а истовремено и заинтересовати што већи број наставника да се придруже новом концепту наставе „ученик у центру“.

Аутор

SUMMARY

In the conditions of modern teaching it is no longer debatable whether to apply modern information technologies but how to find the right method of their application in the given subject areas in order to improve the quality of teaching and make learning more efficient. The aim of this thesis is to point out the inevitability of introducing educational computer software as an innovative teaching model into our social environment, which is still on a low level of computer literacy, to define the notion of educational computer software and the principles of its creation, and the problems that may arise in the process.

The thesis presents the following in a detailed and argument-based fashion: a theoretical basis of educational computer software; the development, phases and methodical-didactical requirements of software design; the importance of multimedia technology in software design; the position and role of teachers and students in this model of teaching; the advantages and disadvantages of this model of teaching in teaching biology.

For the purpose of testing the efficacy of the application of educational computer software in teaching biology, a pedagogical experiment with parallel groups has been conducted with the aim to examine the efficacy of acquiring knowledge and the development of work motivation compared to the traditional approach. For this purpose innovative teaching models, educational computer software, achievement tests and a survey have been devised. The results show that the application of educational software contributes to the increase of the total efficacy of teaching compared to the traditional way of delivering teaching content in the subject of biology.

It is possible to apply the innovative didactic model applied in this research to all educational levels. The application of educational software will not diminish the role of the teacher but will rather contribute to their professional improvement and serve as the means of achieving the educational goal in a better, faster and more efficient way. At the same time, the students will be empowered to study independently, form critical thinking and adapt faster to new circumstances.

Further research should be directed towards developing innovative teaching models which are adapted to and maximally harmonized with students' learning style, which will also motivate students to actively participate in modern forms of teaching, and at the same time encourage a larger number of teachers to embrace the new, student-oriented teaching concept.

Author

1. УВОД

Савремени свет пролази кроз темељни преображај у свим сегментима свога развоја. У њему је индустријско друштво које је обележило XX век препустило место информационом друштву, које ће обележити XXI век. Нагли развој рачунарских, информационих и комуникационих технологија и система доприносе њиховом коришћењу у свим сферама живота и рада савременог човека, који се без њих тешко могу замислити. Данас је у целом свету доминантно ширење рачунарске индустрије и лансирање комуникационих сателита. Са обзиром на то повећавају се захтеви за софистицираном обрадом података.

Широка примена информационо–комуникационих технологија у свим областима, од науке, индустрије, образовања до свакодневне примене, довела је до тога да се и у образовним институцијама посебна пажња поклања новим системима наставе. Све већа доступност различитих медијских извора променила је процесе подучавања и учења. Нове информационе технологије пружају велике могућности које се веома ефикасно могу искористити у образовно-васпитном процесу. Оне омогућују да се убрза процес учења, подигне његова продуктивност, повећа ниво знања и умења ученика, повећају креативност и самосталност ученика у процесу учења. „Образовни рад треба тако оријентисати да се ученици оспособе за самостално учење и да је оспособљавање за перманентно самообразовање једна од најзначајнијих функција савременог образовно–васпитног рада“ (Voskresenski, 2004).

Недовољна активност ученика, немогућност напредовања индивидуалним темпом у складу са предзнањима и објективним способностима ученика, недовољна интеракција између ученика као и ученика и наставника, представљају велике недостатке савремене наставе који значајно смањују интересовања и мотивацију ученика у таквој настави. Због тога су приоритети савременог образовања повећање квалитета и ефикасности образовно-васпитног рада што се може постићи применом адекватних метода и облика рада које учење и стицање знања чине ефикаснијим. Због тога наставу биологије и других предмета треба осавременити и учинити је интересантнијом за ученике. Модернизација наставе и учења у савременом добу, подразумева унапређење наставног рада засновано на уклапању у технолошко окружење информатичког друштва. Једна од могућности да се то постигне је и увођење образовно рачунарског софтвера у реализацији наставних садржаја из биологије и других природних и друштвених наука у основним и средњим школама.

Образовни рачунарски софтвер (у даљем излагању ОРС) представља компјутерски програм специјално намењен садржају наставе, пројектован у циљу побољшања квалитета наставе и развијања индивидуалности учења. Под појмом образовни рачунарски софтвер подразумевају се како готови рачунарски програми, који се могу користити у оквиру садржаја наставе, тако и програми који помажу и усмеравају индивидуални потенцијал ученика у наставном процесу. „Употребом ОРС-а у настави подстичу се: мотивација ученика, индивидуализација и диференцијација процеса учења, самооцењивање, усвајање нових знања, коришћење информационих база података и приступ интернету и ефикасније трошење времена у процесу учења“ (Nadrljanski, 2006).

Улоге наставника и ученика у настави подржаној рачунаром знатно су измењене у односу на традиционалну наставу. Ученици су у могућности да активно и самостално стичу знање (манипулишу информацијама, извлаче своје личне закључке), усвајају трансферна и генеративна знања, у могућности су да примене знања у свакодневном

животу и адекватније се оспособљавају за своју будућу професију. Улога наставника у таквој настави је дизајнерска, инструктивна, регулишућа, саветодавна и контролишућа. С обзиром да ученик постаје активни субјект у настави он има могућност за брже напредовање и већу мотивацију, иницијативност и креативност у раду што и јесу основни циљеви савремене наставе биологије.

Према важећем Наставном програму биологије у IV разреду гимназије општег смера проучавају се следеће наставне теме: Основи молекуларне биологије (10 часова), Биологија развића животиња (14), Механизми наслеђивања (15), Екологија и заштита и унапређивање животне средине (16) и Основни принципи еволуционе биологије (9). Садржаји који се реализују у оквиру сваке теме су обимни, а за њихову реализацију предвишен је недовољан број часова, а самим тим мало часова за њихово понављање и утврђивање. Зато, при њиховој реализацији у наставној пракси у већини наших школа преовлађује традиционална настава (фронтални облик рада и вербално-текстуална наставна метода). У таквој настави биологије доминантан је захтев да ученици усвоје што већи број чињеница. Учење се тако своди на гомилање знања, настава на вербализам, а ученици су преоптерећени градивом и нажалост неспособни да научено примене због његовог неразумевања. Оваква, традиционална настава биологије не води рачуна о подједнаком поштовању и развијању образовних, васпитних и функционалних задатака наставе. У таквој настави занемарује се формирање ставова ученика, формирање научног погледа на свет и оспособљавање ученика како да уче, мисле и припремају се за перманентно образовање.

С обзиром да је један од најважнијих циљева коме савремена настава тежи развијање функционалних знања, активности ученика у савременој настави треба да буду осмишљене тако да им омогуће самостално стицање знања истраживањем, решавањем проблема, анализирањем и тумачењем одређених биолошких појава и процеса. Један од могућих методичких поступака којим се то може постићи је примена образовно рачунарског софтвера са мултимедијалним садржајем.

Због значаја правилног разумевања наставне теме *Механизми наслеђивања* у IV разреду гимназије у оквиру које ученици треба да усвоје знања о: организацији и механизмима преношења генетичког материјала, основним правилима и типовима наслеђивања, променама генетичког материјала, генским мутацијама, хромозомским аберацијама, квантитативним особинама и наследности и варирању особина код људи, животиња и биљака, **циљ** ове докторске дисертације је био изналажење ефикаснијег модела реализације ове значајне наставне теме, који треба да омогући да наведени садржаји ученицима буду мање апстрактни, лакши за разумевање и усвајање. Њена реализација у педагошком истраживању са паралелним групама одвијала се уз коришћење образовно рачунарског софтвера у експерименталној групи и традиционалном наставом у контролној групи, након чега је анализирана ефикасност њене реализације применом два различита модела наставе. Поређењем резултата ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту, и анализом резултата анкета за ученике Е групе сагледане су вредности примене образовно рачунарског софтвера у настави биологије и препоручена његова већа заступљеност у савременој настави биологије и других наука.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Теоријска полазишта савремене наставе биологије

Данас постоје бројне теорије учења и поучавања. Оне, углавном укључују когнитивне стилове и стратегије учења, вишеструке интелигенције, критичко и креативно мишљење, улогу мотивације у учењу, кооперативно учење, интерактивно учење, амбијентално учење... Такве околности формирају вишеструко активног, самосвесног, и креативног ученика, који жели да учи на другачији начин.

Поћи ћемо од *системско-теоријске дидактике* која примењује методе и поступке системске теорије. Савремена дидактика тежи да наставу организује као систем. Систем је скуп уређених елемената који имају одређена својства и налазе се у међусобном односу. Системско-теоријска дидактика настоји да анализира наставу као сложен систем и да припреми техничке мере за његово ефикасно деловање. У овом истраживању наставни процес биологије је посматран као комплексан систем који се састоји од низа сложених наставних ситуација. Учесници наставног процеса биологије (ученици и наставник) су међусобно чврсто повезани и условљени, а повратна информација је једнако драгоцене и наставнику и ученику јер делује мотивационо, мобилише менталне и емоционалне потенцијале, а наставу биологије чини далеко организованијом у системском смислу.

Савремена образовно–васпитна пракса у настави биологије, налази упориште у оним теоријама учења и поучавања, које стављају фокус на активност ученика, значај открића, решавања проблема, искуства и доживљаја у процесу учења. Учење је комплексан процес и представља активност појединца која резултира усвајањем одређених знања, вештина, навика и ставова. Резултати учења могу бити везани уз развој способности на когнитивном, афективном и психомоторном подручју.

Блум (Bloom, 1976) у оквиру модела школског учења развија теорију инструкција коју ослања на *задатке* и *исходе* учења, успешно решавајући однос између индивидуалних карактеристика ученика, инструкције, природе градива и исхода учења. Он сматра да је за успостављање ових релација неопходно дефинисати сваки задатак учења и одредити унутрашње, структурне везе његових елемената. Према Блумовом моделу школског учења варијабла *инструкција* обухвата:

- квалитет инструкције у односу на начин презентовања и објашњавања елемената задатака како би онај ко учи постигао оптималне успехе;
- инструкцију за решавање оригиналних задатака учења;
- инструкцију у оквиру система вођења »tutoring« (управља се процесом учења на основу познавања битних карактеристика испитаника);
- инструкцију која је усмерена на активирање комплексних когнитивних процеса; она подстиче развијање флексибилне усмерености мишљења у оквиру које се води рачуна о битним карактеристикама задатака;
- коришћење позитивног и негативног поткрепљења на различите начине и у различитом степену у процесу учења (коришћење спољашње и унутрашње мотивације);
- развијање корективне повратне информације (испитује се која врста инструкције је најподеснија за одређене категорије испитаника);

- индивидуалне разлике у активном учешћу испитаника у процесу учења (Bloom, 1976).

Класификација наставних циљева коју је осмислио Блум са својим сарадницима једна је од таксономија које се врло често користе у наставном процесу. Најопштији циљ у овој таксономији је *знање*, под којим се подразумева могућност да се ученик присети појмова и чињеница, као и сложенијих односа и просуђивања (Bloom, 1981). По Блумовој таксономији васпитно–образовни циљеви сврстани су у три подручја:

1. Когнитивно (циљеви учења повезани са знањем и мишљењем);
2. Афективно (циљеви учења повезани са ставовима, интересовањима и процењивањем вредности) и
3. Психомоторно (циљеви учења повезани са мануелним и моторичким вештинама (Bloom, 1956).

У Блумовој таксономији циљеви и исходи учења у когнитивном подручју разврстани су у хијерархијском низу у 6 основних уређених категорија од најједноставнијих (памћење, разумевање, примена), до оних најсложенијих (анализа, синтеза и евалуација) где доминирају виши когнитивни процеси. Анализа, синтеза и евалуација информација постичу креативност, развијају критичко и стваралачко мишљење и способности за решавање проблема у настави. Међутим, како и сам Блум истиче у оквиру последњих категорија (анализе, синтезе и евалуације), не може се повући јасна граница. По ревидираној Блумовој таксономији при примени задатака различитих нивоа сложености обично се полази од три основне категорије:

1. Ниво познавања чињеница;
2. Ниво разумевања;
3. Ниво анализе и резоновања – примене знања (Martin *et al.*, 2008).

У овакој категоризацији знања ученика улога наставникових питања и задатака је веома важна. Питања и задаци треба да буду тако састављени да унапреде квалитет ученичких одговора, квалитет учења и наставног процеса. У оквиру прве категорије знања – ниво познавања чињеница, постављају се питања препознавања тачног одговора (вишеструки избор) или типа тачно/нетачно јер захтевају најнижи квалитет знања. На вишим, сложенијим нивоима захтева се постављање сложенијих питања која подразумевају проверу разумевања и схватања појмова и процеса. Питања која захтевају дефинисање појава и процеса, објашњења подразумевају разумевање, док питања која захтевају примену знања у новим ситуацијама, анализу и резоновање одговарају најсложенијем нивоу знања. Адекватно формулисаним питањима прецизно се може утврдити квалитет знања ученика. Одређеним питањима и задацима у оквиру наставних јединица примењеног модела ОРС-а, као и у оквиру иницијалног и финалног тестирања знања ученика покушали смо да утврдимо квалитет знања ученика пре и након увођења експерименталног фактора, затим степен разумевања предвиђених наставних садржаја из биологије, као и оспособљеност ученика да примене стечених знања у свакодневном животу и новим, непознатим ситуацијама.

2.2. Преглед досадашњих истраживања ефикасности примене иновативних наставних модела у настави биологије

Примена различитих иновативних модела у настави биологије је анализирана у бројним радовима домаћих и страних аутора.

2.2.1. Од традиционалне ка савременој настави биологије у гимназији

У савременој настави биологије у гимназији треба истаћи следеће проблеме:

- недовољан недељни и годишњи број часова,
- анахронизам и дисконтинуитет иновирања програмских садржаја,
- преоптерећеност наставних програма фактографијом и њихова неприлагођеност сазнајним могућностима ученика,
- грешке у методичком обликовању садржаја,
- непостојање услова за стручно усавршавање наставника биологије,
- слаба материјална база школа,
- ниска мотивисаност наставника,
- стручне грешке и непрецизности у уџбеницима,
- превелик број ученика у одељењима.

Садржаји из биологије су по својој природи комплексни и наставници често имају потешкоће да их адекватно методички прикажу и објасне. Непознавање наставних садржаја на нивоу примене знања и недовољно стручно знање обично резултирају тиме да се наставници опредељују за традиционалан приступ обраде градива, у коме пасиван положај ученика онемогућава дубље задирање у објашњење сложених природних појава и процеса.

Последице оваквог начина рада су усвајање репродуктивног знања (знања без разумевања), немогућност практичне примене усвојених знања, и брзо заборављање наученог. Нека од истраживања (Шарановић – Божановић, 1996; Миљановић 2003; Будић, 2006) су то потврдила и показала „да су знања ученика формалистичка, да у настави доминира перцептивно стицање знања, неговање памћења, занемаривање мисаоних процеса и самосталног стицања знања.“ Миљановић (2003) указује на непостојање корелације између општег успеха и успеха кандидата из биологије са њиховим постигнућем на тесту пријемног испита из биологије при упису на факултете на којима се биологија полаже на пријемном испиту. То је свакако резултат ниског нивоа и лошег квалитета њиховог средњошколског знања из овог наставног предмета.

Међународно PISA (Programme for International Student Assessment) тестирање, рађено 2012. године је показало, да нашим ученицима недостаје примењено знање. Према резултатима те студије из области природних наука, од укупно 65 држава, Србија је на 43. месту. Највећи број наших ученика се налази на првом и другом нивоу постигнућа, што практично значи да су оспособљени да решавају задатке у којима се траже репродуктивна знања, док је проценат успешности на нивоима који показују способност примене и практичног коришћења наученог, изузетно низак.

Наставни садржаји у настави биологије у земљама које имају јасно дефинисану стратегију и циљеве образовања су изузетно широког опсега. Основни извор савремених наставних садржаја биологије, чини биологија као централна природна наука и сва њена достигнућа у ери научно-технолошке експанзије. Нова открића у биологији имплементирају се у наставне садржаје генетике, молекуларне биологије, цитологије, екологије, и других биолошких дисциплина. Та интеграција у настави биологије се врши уз поштовање свих дидактичких принципа. Адекватно методички трансформисани садржаји биолошке науке, могу да буду приступачни ученицима и прихваћени од њих.

Ако детаљније анализирамо наставне програме биологије у Србији, у њима је акценат на обиму садржаја, тј великом броју појмова и чињеница које треба усвојити у сваком разреду. Наставни програм је углавном усмерен на садржаје, а не на циљеве и исходе наставе. У наставном програму биологије циљеви и задаци наставе и учења треба да буду прецизно одређени и операционализовани, усмерени на исходе и

компетенције. Потребно је такође разрадити моделе, технике и инструменте евалуације, тј. сагледати ефикасност целокупног наставног процеса. Наставни планови и програми „морају бити обликовани тако да обезбеде: развијање фундаменталних етичких вредности, усвајање адекватних знања, развијање способности употребе знања из једног подручја у другом, способност за савладавање непредвиђених проблема, креативност, дивергентно мишљење, просуђивање и јасноћу изражавања сваког ученика” (Џамић – Шепа, 2014).

У реализацији задатака наставе биологије у нашим школама кључну улогу има наставник. Уместо таквог приступа наставници треба да воде ученике у процесу учења и да им у учењу пружају помоћ и подршку. Да би у томе успели треба да се ослободе ригидности у планирању наставе и да је усмере на њене исходе. Квалитет рада наставника у настави биологије треба непрестано пратити и оцењивати од стране ученика и педагошке службе. У данашње времену транзиције и реформи образовања, уџбеници не прате у потпуности реформске процесе. Наши уџбеници још увек, не представљају збирке различитих проблема који ученика активирају у процесу усвајања нових појмова. У уџбеницима биологије за сва три типа гиманзије (општи, друштвено–језички и природно–математички) још увек нема довољно захтева који од ученика траже употребу конвергентног и дивергентног мишљења, постављање и формулисање питања, експериментисање и навођење на истраживање, доказивање и верификацију закључака и ставова... Аутори уџбеника мало пажње посвећују уважавању индивидуалних разлика међу ученицима. У уџбеницима је мало допунских и факултативних садржаја, а још је мање задатака који ученика усмеравају да користи додатну литературу, да пронађе додатне информације у енциклопедијама или научно-популарним часописима, самостално изводе експерименте и сл. Још већи проблем је што у њима нема вертикалне корелације садржаја, као ни међупредмете повезаности садржаја природних наука (биологије, хемије, математике, физике и географије).

Осавремењивање наставе биологије свакако није могуће без одговарајуће опреме и наставних средстава, као и перманентног стручног усавршавања наставника. Нажалост, у нашим школама то највећи проблеми. Школе располажу скромним материјалним средствима, а недостаје им одговарајућа опрема и наставна средства. Мали број микроскопа и трајних микроскопских препарата, недостатак прибора за дисекцију, зидних слика, модела, лабораторијског прибора и хемикалија као и помоћних наставних средстава су проблеми са којима се сваки дан суочавамо у наставном раду. У оваквим условима наставницима биологије преостаје да се сами потруде у изради наставних средстава, збирки, слика и модела која могу заменити готова наставна средства и допринети очигледности наставе биологије. Истовремено, велики проблем је и недостатак средстава за стручно усавршавање наставника. Школе нису у могућности да обезбеде наставницима одлазак на семинаре и друге видове стручног усавршавања, јер локална заједница не даје финансијска средства за то. Треба очекивати да ће се за наведене проблеме ускоро пронаћи адекватна решења.

2.2.2. Савремени концепт наставе биологије

Савремена настава биологије полази од потребе да се ученик кроз програмске садржаје оспособи да буде активна јединка у друштву знања. Зато наставне садржаје треба тако одабрати да омогуће ученицима примену знања у даљем животу и раду.

Европска комисија је, крајем 2000. године донела Меморандум о доживотном учењу, у којем се истиче да доживотно образовање не може више да буде само један вид образовања и оспособљавања, него мора да постане водећи образовни принцип и то

у циљу развоја кохерентне стратегије образовања за Европу. Филозофија доживотног учења подразумева помак од образовања ка учењу. Реализација доживотног учења у великој мери зависи од способности и мотивације појединца да преузме бригу о властитом учењу.

Савремени концепт наставе биологије полази од концепта наставе усмерене на деловање. У савременој настави биологије напушта се вербализам у учењу, а целокупан процес учења усмерава се ка размишљању, истраживању, откривању, разумевању – дакле према стицању знања које има оперативну вредност. Знање не сме представљати скуп чињеница и генерализација о објективној стварности без употребне вредности. Да би се то остварило неопходно је прилагодити образовни систем оспособљавању појединца за проналажење и селекцију информација из различитих извора знања (уџбеника, научно-популарне литературе, садржаја са Интернета и друго).

Савремену наставу биологије треба тако организовати да омогући ученику да учи самосталним истраживањем, да самостално проналази нова сазнања, да их критички разматра и селекује, да их усваја како би му послужила да се што боље сналази у свакодневном животу. На тај начин наставни процес ће постати ефикаснији, а резултати учења квалитетнији (Миљановић, 2001).

С обзиром да су проблеми човечанства данас све бројнији и углавном су последица: нерационалног коришћења природних ресурса, претераног уништавања и загађивања околине, наглог раста броја становништва, недостатка природних извора енергије, велику васпитно–образовну вредност имају садржаји из екологије (Никлановић, 2015). Савремено друштво захтева људе оспособљене за заштиту природе и животне средине, који ће усвојена знања и начела употребити у циљу унапређивања живота у складу с природом. Зато је неопходно да се код ученика формирају целовита знања о природи и природним појавама, вештине опстанка у природи и развити позитивне ставове о њој. Стога садржаји биологије и екологије имају велику важност и заузимају значајно место у образовању.

Савремену наставу биологије треба утемељити на активном укључењу ученика у истраживачки и експериментални рад како у учионици и лабораторији, тако и ван њих. Ученицима треба омогућити да сами конструишу знања у подручју биологије. Ученик који је мотивисан за активно учење практичним и истраживачким приступом, ће стицати искуства у непосредном проучавању биолошких појава и процеса, разумети теоријске и практичне аспекте биологије и развијати научни начин размишљања (Prince, 2004). Да би се то постигло неопходно је умрежавати различите изворе знања из биологије: од текстуалних извора (уџбеника, научно–популарних часописа, енциклопедија) до виртуелних садржаја.

У Србији је уџбеник обавезан извор знања у настави и школском учењу. Поред остале стручне и методичке литературе наставник биологије користи уџбеник током припремања наставе и одређивања количине информација које ученици треба да савладају. Уџбеник, у традиционалној настави представља извор и средство за усвајање знања, стицање способности, развијање мишљења и формирање ставова. У савременој настави биологије уџбеник поступно престаје бити главни извор знања, јер научна достигнућа свакодневно напредују, па је неопходно информације у уџбеницима стално допуњавати новим сазнањима, које ученици могу проналазити у научно–популарним часописима који објављују најновије и најзначајније резултате биолошких и еколошких истраживања.

Нагли развој информационих технологија омогућио је бржи проток информација у свим пољима. Посебно значајан извор информација је интернет, на коме се може пронаћи мноштво радних материјала, мултимедијских садржаја и текстова из подручја природних наука. Претраживањем Интернета наставници биологије могу добити нове

идеје како да унапреде и побољшају наставу, примењујући анимације, 3-D моделе, интерактивне вежбе, лабораторијске симулације које значајно олакшавају разумевање сложених биолошких процеса и појмова. Осим што наставници и ученици на Интернету могу наћи различите задатке за тестирање знања, могу пронаћи и користити рачунарске програме, нпр. „Hot potatoes”, за израду квизова знања. Интернет омогућава и on-line учење, а један од занимљивих пројеката је The GLOBE Program (<http://www.globe.gov/>). Нажалост, на српском језику има мало интернет страница које могу послужити као додатни извор информација у настави биологије, па је важно истаћи веб странице Бионет – школе биологије (<http://www.bionet-skola.com/>), намењене ученицима и студентима. На страницама Бионет школе могуће је пронаћи податке о различитим организмима, ендемичним биљкама и животињама, занимљивости из биологије, учити on-line, проверавати знања помоћу тестова, поставити питања или претраживати одговоре на постављена питања.

Настава биологије се може осавременити и употребом мултимедијалних презентација. Предавања подржана мултимедијалним Power Point презентацијама су далеко ефикаснија и занимљивија од класичних предавања. Приказ таквих презентација на часовима омогућава уштеду времена, а примена мултимедијалних елемената у презентацији замењује примену бројних очигледних наставних средстава.

Савремени концепт наставе биологије, требало би да поштује полазне основе револуционарног модела учења (Dryden and Vos, 2004):

- за већину људи је учење најделотворније када је забавно;
- осигурамо ли право окружење, већина деце ће показати велику количину самоусмеравајућег учења;
- добри наставници данас могу да учине чуда путем интерактивних електронских комуникација;
- људи најбоље уче када желе да уче, а не у неком унапред одређеном животном добу;
- када су ученици у потпуности укључени у учење, чак се и сложене информације лако могу усвојити и запамтити;
- истраживања мозга указују да се интелигенција у правом окружењу може побољшати;
- свако од нас има стил учења који је толико индивидуалан као и наши отисци прстију, па би школе требало да то препознају и томе допринесе;
- на сваком кораку је потребно користити стварни свет као своју учионицу, а да би се нешто научило потребно је то и чинити.

Програмски садржаји наставног предмета Биологија у савременој настави не смеју се обрађивати само дескриптивно. Потребно је да наставник инсистира на увиђању узрочно – последичних односа, на конструисању веза међу појавама и на њиховом анализирању, што ће резултирати оперативним мишљењем. Инсистирање на таквом начину рада довешће до формирања когнитивних структура. Уколико се нови садржаји не повезују са већ усвојеним знањима, ученици неће разумети те нове садржаје и мораће да их уче напамет. Тако усвојени садржаји немају трајност, јер се не уклапају у сазнајне структуре. Програмски садржаји наставе биологије неће довести до формирања образовних и когнитивних структура, ако се сложене природне или друштвене појаве и процеси усвајају изоловано и ако се уче само меморисањем чињеница и појмова.

Положај наставника у савременој настави биологије је битно измењен. Наставник треба да посредује у процесу усвајања знања, да подстиче учење, дизајнира наставне ситуације и осмишљава подстицајне задатке за учење, да мотивише ученике, води и усмерава педагошку комуникацију. Природа комуникације је изузетно важан

фактор савремене наставе биологије. Линдгрен (Lindgren) је утврдио да је најмање ефикасна атмосфера у једносмерној комуникацији између наставника и ученика, од ње је нешто ефикаснија двосмерна комуникација, док је најнефикаснија вишесмерна комуникација, када наставник постане сарадник у групи и подстиче двосмерну комуникацију међу члановима те групе, укључујући и себе (Шпијуновић, 2004). Самим тим наставник постаје партнер у ко-конструкцији знања и партнер у афективној интеракцији.

Наставници биологије би требало да процес учења и поучавања сагледају кроз стручно знање, иновације у програмским садржајима и истраживањима. Глобални европски принципи за наставничке компетенције наставничку професију сагледавају као:

- висококвалификовану професију – што подразумева да сви наставници имају високо образовање, могућност стручног усавршавања и стицања мултидисциплинарног образовања (широко стручно образовање, добро педагошко знање, умења и компетенције за вођење и подршку учењу и разумевање социјалне и културне димензије образовања),
- професију која захтева доживотно образовање – што подразумева да наставници треба да имају подршку да наставе свој професионални развој; институције у којима наставници раде треба да евалуирају доживотно учење, а наставници да се охрабрују у примени иновација у наставној пракси, да врше истраживања и активно учествују у свом професионалном развоју (European Commission, 2005).

Јасно је да трансформација традиционалне наставе биологије у савремену наставу захтева кључне преображаје. Организацију наставе треба усмерити у правцу садржајне и њене дидактичке актуелизације. Наставу треба организовати у складу са захтевима активних облика учења и мисаоне активизације ученика. Уместо преовладавајућег наставничког излагања треба да преовлада активност ученика у откривању нових сазнања, уместо презентовања готовог знања треба оспособљавати ученике за решавање проблема и проблемских ситуација, уместо једноумља треба развијати стваралачко, дивергентно мишљење.

2.3. Информатизација образовања

Информатизација образовања је нужност и потреба савременог образовања, која ће омогућити његово значајно унапређење. Уједињене нације прогласиле су Десетлеће писмености (2003.–2012.), што је потврђено на заседању Опште скупштине 1999., а координирао га је УНЕСКО. „Писменост за све“ је део светских напора у оквиру програма „Образовање за све“. Писменост је много више од читања и писања, то је начин комуникације, стицање знања, проналажење и употреба информације, развој културе. „Промене у образовању морају полазити од потреба XXI века, јер ученици који сада започињу своје образовање, свој радни век ће завршити крајем прве половине овог века. У конципирању визије наредног века, суштинска улога припада информатици.“ (Nadrljanski, 2006)

Значајан део наше стварности и свакодневице представља рачунар. Са њим савремени свет, сигурним корацима улази у нову цивилизацијску еру. Сведоци смо остварења предвиђања бројних научника који се баве питањима будућности, да ће нова научно-технолошка револуција одвести људско друштво у информатичку еру, где ће наука и знање бити основни ресурси свих путева даљег развоја (Savić, Gavrilović, 2010).

Живимо у времену у ком процес информатизације преузима улогу основног покретача свих процеса.

Информатизација образовања је део укупних информатичких трансформација у друштву. За појам „ефикасност наставног рада“ педагошка наука сматра да се огледа у успешности остваривања педагошких циљева кроз унутрашњу организацију и појединачне ефекте образовно-васпитног рада у оквиру образовно-васпитног система. Критички посматрано, наставни процес данас је недовољно ефикасан у односу на циљеве који се образовањем желе постићи и резултате који се на том плану остварују. Тај проблем се манифестује ниским нивоом усвојености наставних садржаја и основних научних начела, као и недовољном применљивошћу усвојених знања у реалним околностима. То свакако представља кочницу за бржи развој ученика и утиче на смањење мотивисаности за учење.

Бројна истраживања указују да деца имају позитиван став о активностима у којима се користи рачунар, да се повећава мотивација у раду и да ученици уче брже. У складу са развојем информатике и информционих технологија тече и процес модернизације и унапређења образовног рада. У свету се данас поклања изузетна пажња непосредној употреби рачунара у настави и учењу. Како побољшати ефекте и остварити виши ниво ефикасности у наставном раду су питања која све снажније заокупљају научнике и стручњаке са свих меридијана наше планете, почев од педагога и психолога до наставника као непосредних организатора и реализатора наставног процеса (Мандић, 2003).

У подручју образовног рада, информатика данас не представља само наставни предмет чије садржаје ученици изучавају него основ који доприноси у првом реду повећању ефективности у савлађивању наставног градива, највећег броја наставних предмета као и ефикасности у реализацији самог наставног процеса. У већини европских и светских земаља у приоритетне задатке реформи образовања се спада његова информатизација.

Према искуствима развијених земаља, **информатизација наставног процеса** се одвија кроз неколико фаза (Nadrljanski, 2006):

Прва фаза обухвата избор посебних предмета у оквиру којих се ученици обучавају за руковање рачунаром на неком програмском језику;

Друга фаза подразумева увођење рачунара у наставни процес. Наставни садржаји се припремају за програмску обраду. Најчешће се јављају три типа рачунарских наставних програма: рачунарски вођена настава, симулацијски модели и коришћење рачунара за учење и подршку стваралаштву. Програм за *рачунарски вођену наставу* омогућава да рачунар ученику поставља питања, да прокоментарише ваљаност одговора и да излаже градиво. *Симулацијски програм* се користи за стварање замишљених или реалних ситуација проблемског карактера (на пример, лабораторијске вежбе из биологије), а *програми за подршку учењу и стваралаштву* се најчешће користе за обраду текста, за управљање базама података, за синтезу звука, рачунарску графику и друго;

У **трећој фази** рачунар се укључује у основне школске активности. Настава свих наставних предмета је рачунарски повезана са базом података, библиотеком, медијатеком...

Четврта фаза подразумева пројекцију будућег коришћења рачунара.

Треба очекивати се да ће се створити услови и за информатизацију образовања у нашим школама и да ће доћи до испољавања свих позитивних ефеката овог процеса.

2.3.1. Рачунари у настави

Једним од првих аутора програмираног наставног материјала може се сматрати Сократ. Његов програм из геометрије забележио је Платон у дијалогу Менон. Сократ је своје ученике доводио до сазнања прелазећи у разговору с њима од чињенице до чињенице, од објашњења до објашњења. Сматра се да постоји сличност између његове методе и савременог програмираног учења.

Преси (Pressy) амерички психолог, професор универзитета Охајо, је 1926. године објавио резултате својих истраживања на изградњи машине за потпору процеса учења и поучавања. Машина је у почетку служила за испитивање, ученику је постављала питања и затим га обавештавала о тачности његових одговора. Програм се састојао од листова папира на којима је било питање и четири одговора – један тачан и три нетачна. Поред одговора биле су ознаке А, Б, Ц и Д, а ученик је одабрани одговор уносио у машину притиском на типку са одговарајућом ознаком. Механизам је био тако конструисан да се у случају нетачног одговора није могао покренути, тако да је ученик на ново питање могао прећи тек одабирањем исправног одговора. Касније је Преси закључио да се питања могу састављати и тако да омогућују додавање новог градива и утврђивање знања, па се из питања с вишеструким избором развио и програм. Међутим, САД су у то време биле у дубокој економској кризи, па овакве иновације за побољшање наставе нису имале значајнију примену.

Околности су се измениле 50-тих година двадесетог века, када је техника стављена у службу образовања. Скинер (Skinner) је развио концепт инструменталног учења по обрасцу оперантног условљавања на бази подстицај – одговор (реакција). Скинер 1956. године израђује нови тип машине за учење, који је захтевао од ученика да сам конструише одговор на постављено питање, па потом пружа ново градиво и могућност увида у исправност конструисаног одговора. Ипак ни овај уређај није могао проценити одговор и на основу процене упутити ученика на следећи корак, односно омогућити му да оне делове градива који су му познати прескочи.

Краудер (Crowder) је креирао нову машину за учење са разгранатим програмима снимљеним на филмској траци (преко 1000 снимака, односно корака програма). Притиском на типку ученику се на екрану пројектовао један од корака програма, након чега је бирао одговор између више понуђених. У случају грешке машина је давала додатно појашњење и исправак грешке. Уређај је регистровао број обрађених корака и утрошено време, што је повећавало индивидуализацију приступа учењу.

Из Скинеровог оперантног учења развила се програмирана настава.

Програмирана настава поједностављено се може представити процедуром поделе градива на што мање целине, кораке, које ученик савлађује један по један утврђеним редом. Сваки корак ученику пружа нове информације, а затим му поставља задатак у вези са њима. Ученик одмах добија повратну информацију о тачности свог одговора, значи не дозвољава се прелазак на следећи корак уколико не савлада претходни. Кораци су повезани у програм, који може бити линеаран или разгранат. Пошто се са давањем нових информација чека док ученик исправно не одговори на претходни задатак, сматра се да је програмирани начин учења у одређеном степену прилагођен учениковом личном темпу, односно да такав приступ доприноси индивидуализацији наставе. „За програмирану наставу је опште карактеристично да настоји наставни процес и процес учења учинити управљивим и контролисаним процесима, због чега се она донекле може сматрати кибернетичким правцем у педагогији“ (Šoljan, 1972).

Шездесетих година XX века у САД се интензивно испитује ефикасност образовног система, започињу истраживања на подручју креативности, проналазе се

нова дидактичка и методичка решења као што су теорија курикулума и образовна технологија. Концепција образовне технологије везана је уз бихејвиористичку теорију учења, по којој процеси учења и поучавања битно зависе од услова којима се може управљати. Што се ефикасније управља условима учења, то се ефикасније остварују циљеви учења. На универзитету Илиноис у САД, започела је 1959. године примена првог вишекорисничког система рачунара у настави названог PLATO I (*Programmed Logic for Automatic Teaching Operations*) с једном ученичком конзолом повезаном са рачунаром. PLATO I је прерастао у PLATO II с две конзоле. PLATO III је имао 20 ученичких конзола. Уз PLATO су 1961. године развијани и CLASS системи (*Computer Based for Automated School System*). У то време интерес за програмирану наставу и технологију почиње се ширити и у источноевропским земљама, посебно тадашњем СССР-у (Карауовић, 2009).

Примењени облик наставе помоћу рачунара назива се поучавање помоћу рачунара (*Computer-Aided Instruction-CAI*). Рачунари презентују информације, ученици их пасивно усвајају, а усвојено знање се проверава шаблонским тестовима. Изузетно је погодан за тестирање способности и знања, а велики недостатак овог облика учења, је у томе што ученици немају могућности за самостално истраживање (Hall, 1989).

Седамдесетих година 20. века појавом тзв. рачунара треће генерације, начињен је огроман напредак. Њихова основна карактеристика је различита од претходних модела јер пружају могућност симултаног коришћења већег броја корисника. Та могућност се назива time-sharing (систем расподеле времена), што значи да је на један рачунар прикључен већи број терминала (монитора и тастатура) и то на већим удаљеностима. Рачунар (централни процесор) је великом брзином примао инструкције, обрађивао их и слао повратне информације корисницима.

Следећи корак остварен је учењем помоћу рачунара (*Computer Aided Learning-CAL*). Значај примене овог облика учења огледа се у томе што се процес учења прилагођава реалним могућностима ученика, развија стваралачки однос ученика према учењу и оспособљава га за самоучење и самообразовање. Образовна компонента се огледа у такозваном „дијалогу” ученика и рачунарског софтвера у ком ученик одлучује о даљем току комуникације тражењем информација, решавањем проблема при симулацији, проблемских ситуација и игара. Пример примене учења помоћу рачунара су on-line библиотеке Ксанаду (*Xanadu*), код којих корисници могу и на нелинеаран начин прегледати речи и слике о изабраној теми (Hall, 1989).

Интерактивно учење помоћу рачунара (*Computer Based Education and Training-CBET*) је савременији облик учења и први код ког се користи интерактивна мултимедијална технологија и рачунарске мреже (Watson, 1972). Углавном се употребљава за тестирање знања и способности.

Наредни корак представља интеракцију рачунара и телевизора – интерактивни видео. Стандард *Compact Disk-Interactive (CD-I): CD-ROM* који користи ТВ и стерео као периферне јединице развијен је 1985. године. Међутим овај систем се показао мање флексибилан у односу на мултимедијалне платформе које су базиране на рачунару.

Деведесетих година XX века појављују се мултимедијални рачунари који омогућују интеграцију слике, текста, звука и филма у јединствен систем, који је повезан у глобалну рачунарску мрежу. Рачунар постаје „електронски ментор“, за интерактивно учење и поучавање употребом мултимедије. Мултимедијски приступ подразумева примену хипертекста и хипермедија. Под хипертекстом се подразумева нелинеаран метод организовања и приказивања информација у облику текста који садржи везе са другим текстовима. На тај начин, читалац се „креће“ кроз текст вођен сопственим способностима и интересовањима. Хипермедија означава нетекстуалне компоненте додате хипертексту, као што су звучни или видео запис и анимација. На тај

начин је остварена права интерактивност у учењу: ученик је у средишту процеса учења, ученици могу креирати и свој материјал и повезати га са градивом које је креирао наставник, што свакако представља највиши ниво интерактивности. Градиво које је мултимедијално представљено и које захтева већу мисаону активност при усвајању, лакше је научити и запамтити (Mayer, 2005).

Из интерактивног учења развило се интерактивно учење и поучавање коришћењем рачунарских мрежа. Рачунарске мреже укључују локалне рачунарске мреже (*Local Area Network – LAN*), мреже ширих подручја (*Wide Area Network – WAN*), *on-line* услуге и Интернет. Све апликације које они подржавају су главне технологије које могу унапредити образовање ако се користе на прави начин. Један од облика коришћења мрежа је и мобилност.

Данас је спектар коришћења рачунара у васпитно–образовној делатности скоро неограничен. Рачунари у школама могу да се користе за:

- Организовање, чување и структурирање едукативних материјала у виду електронских записа (текстуални и мултимедијални материјали чија је превасходна намена употреба у учењу и поучавању);
- Електронско администрирање наставног процеса у целини: креирање наставних планова и програма, вођење наставничке и ученичке евиденције, евиденције учила, израду распореда часова, календара рада, комуникацију ученика и наставника, електронско креирање и вођење распореда наставничких активности на нивоу једне образовне институције, вођење библиотеке...

Међутим, неспорно је, да рачунари најзначајнију улогу могу имати у модернизацији и рационализацији саме наставе. Рачунар поседује огромну информативну моћ, нуди поуздана знања, има способност разноврсне презентације знања, кориговања ученика, ефикасно управља и контролише наставни процес, доприноси индивидуализацији наставе и учења, мотивише ученике, има исти однос према свим ученицима и омогућава учење у различитим условима (Кагуновић, 2009).

Чињеница је да мултимедијални *PC* системи могу врло успешно да замене највећи број наставних помагала (телевизор, видео, графоскоп, епископ, дијапројектор, *CD* плејер, *DVD* плејер). Уместо свих ових наставних помагала рачунар обавља све потребне радње јер омогућава брз и квалитетан приступ разноврсним информацијама.

Мултимедијалне презентације привлаче пажњу ученика, ученици их пажљивије прате, па самим тим и лакше памте наставне садржаје. Рачунарски програми за наставу и учење су тако креирани да успешно воде ученика кроз процес стицања знања. Програм прати учеников рад, упућује га на додатне информације, коригује га и оцењује његово знање. Презентација градива може да буде веома разноврсна и занимљива. Ученик може са рачунаром да комуницира преко писаног текста, усмено, помоћу скица, анимација, слика и графикана. Самим тим комуникација постаје занимљивија, што се врло повољно одражава на крајњи резултат.

Ученик није пасиван рецептор наставе, него учи активно, анализира, закључује, истражује, решава проблеме па тако ефикасније стиче знања, умења и навике. При том, ученик тачно зна шта је у његовом одговору тачно, а шта погрешно, па може сам себе континуирано да контролише. Његова велика предност је и у томе што ученици могу и код куће, употребом рачунара проучавати исте наставне садржаје као и у школи (Andrews & Collins, 1993).

Многе студије указују нарочито на промену улоге наставника у настави. Уместо улоге преносиоца знања, наставник у наставном процесу постаје саветник и модератор. Тежиште његовог рада премешта се на припрему наставе, контролу и вредновање наставног процеса, мотивацију ученика, дизајнирање наставних ситуација и задатака подстицајних за ученике. Хипертекстуални и хипермедијски системи омогућавају

наставницима креирање материјала за учење кроз кији се ученици крећу у складу са властитим способностима и интересима. У оваквом окружењу ученици могу креирати и свој властити материјал и повезати га са материјалом који је креирао наставник, што представља највиши ниво интерактивности. Самим тим, ученик постаје субјект наставе, наставников сарадник и планер сопственог учења.

Нека новија истраживања у САД (на Станфордском универзитету) и при Центру за педагошка истраживања у Питсбургу показују да настава помоћу рачунара резултира и тиме да ученици брже напредују и да су им стечена знања трајнија. „Компјутерска настава и учење погодују развоју апстрактног мишљења, омогућавају планско усмеравање и индивидуално напредовање у стицању знања“ (Мандић, 2008).

Иако образовне институције прихватају информатичку писменост очигледно је да постоји потреба за додатним образовањем и оспособљавањем и наставника и ученика за употребу рачунара у настави. Рачунари би требало да буду посредна и непосредна помоћ наставницима у процесу модернизације наставе, јер се оваквим учењем активирају мисаоне способности ученика, подстиче стваралачко мишљење и креативност што повољно утиче на развој личности ученика.

2.3.2. Улога Интернет технологија у образовању

Интернет је највећа постојећа рачунарска мрежа која повезује милионе корисника широм света у једну јединствену мрежу. Настао је 1960. године, визионарским размишљањем људи који су увидели потенцијалну могућност рачунара да се њима размењују информације. Свој рад Интернет је започео 1969. године, као ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Net*), повезивањем четири велика универзитетска рачунара на западу САД-а. На самом почетку Интернет су користили експерти за рачунаре, инжињери и библиотекари, а њиме су преношени само текстуални документи. Мрежа добија симболичан нов назив Интернет (светска мрежа или мрежа свих мрежа), 80–тих година прошлог века, а 90–тих година Интернет остварује месечни раст размењених порука за око 20%. Након тога долази до промене и раста брзине протока информација, као и развој великог броја комерцијалних сервиса с различитим наменама.

Својим корисницима Интернет пружа бројне могућности, од којих наводимо неке:

- Размену електронске поште. То је једна од најчешће коришћених услуга. Електронска пошта, која може да садржи звук и слику, користе милиони људи. Она омогућава корисницима да у реалном времену комуницирају без кашњења, уз могућност да се виде и чују. Могу се одржавати и виртуелни састанци између просторно удаљених људи (тзв. видеоконференција);
- Приступ библиотекама датотека (*FTP – File Transfer Protocol*) подразумева приступ компјутеризованим књигама, сликама, звучним записима. Могућ је чак и пренос поменутих датотека;
- Телнет сервис који омогућује приступ другим рачунарима, базама података, информацијским сервисима;
- Гофер сервис (*Gopher*) који омогућује једноставно копирање текстуалних датотека и програма;
- WWW (*World Wide Web*) омогућава приступ мултимедијалним документима Интернета кориштењем концепта хипертекста;
- IRC (*Internet Relay Chat*) је сервис који омогућује разговор двају корисника мреже у исто време (у реалном времену);

- WAIS (Wide–area Information Server) је програм, који омогућује претрагу више база података одједном (Мандић, 2003; Nadrljanski, 2008)

Захваљујући бројним могућностима које пружа Интернет и сама школа има могућност да се мења у правцу „виртуелне школе“. Употребом Интернета ученицима се пружа могућност да изграде способност учења, да науче како се учи, како се врши селекција и одабир релевантних информација. Ученици схватају да се извори знања не налазе само у учионици, већ и у медијима широм света, које Интернет обједињује независно од времена и места (Scardamalia, 2001).

Интернет пружа могућност тзв. телесарадничких активности, које се могу веома успешно применити у васпитно–образовном процесу:

- Међусобна размена (*Interpersonal Exchanges*) у којој ученици могу разговарати електронским путем са другим појединцима или групама или групе са групама, користећи електронску пошту, мејлинг листе или *www boards*. То пружа могућност да два или више одељења уче заједно на унапред задату тему, да стручњак из неке области учествује у дискусији и одговара на питања ученика и помаже им при истраживању неке теме.
- Прикупљање информација (*Information Collections*) – подразумева прикупљање, обраду и упоређивање информација. Овај сегмент омогућава ученицима да креирају базе података и да информације тако организују да их могу користити и остали ученици, издавање електронских часописа и што је посебно интересантно, удружену анализу података, при којој се могу анализирати и упоређивати подаци прикупљени са различитих локалитета (на пример мерења у природи).
- Проблемски пројекти (*Problem–Solving Projects*) представљају једну од најкориснијих образовних могућности. Ови пројекти омогућавају ученицима тражење решења постављеног проблема, упоредно решавање проблема (исти проблем решава више ученика, а на крају се размењују решења и методе решавања), окупљају и дискусију о задатој теми у реалном времену, стварање симулација, креирање текстова или слика... (Nadrljanski, 2008).

Посебну погодност у употреби Интернета пружа World Wide Web (WWW), омогућавајући корисницима једноставан приступ подацима, као и објављивање властитих података. Лако се може примењивати у образовању, јер га могу користити и ученици и наставници без претходног знања о рачунарима. Главне предности које га чине посебно погодним за употребу у образовању су: једноставност коришћења, хипертекстуалне и хипермедијске могућности, доступност бесплатних едитора и инерактивност. Чак и само претраживање WEB-а је једна врста учења, тзв. „случајно учење“ које се дешава при прегледању материјала о некој одабраној теми. Наравно, то може имати и негативне ефекте, јер ученици могу „одлутати“ у погрешном смеру, зато је важно да наставник усмерава и контролише ученике у раду.

Два основна начина употребе WEB-а у образовању су прикупљање и понуда информација. Прикупљање информација пронађених на Интернету преко WWW служи као изванредан алат за учење, јер ученик сам контролише процес учења, кроз активно прикупљање информација. Међутим, поред проналажења информација, изузетно је важно да ученици науче да их употребе, односно да их трансформишу у знање. Ученици могу сами да креирају пројекте, по задатој теми, и приказују их као листу тзв. URL адреса, или да креирају документ који садржи обрађену тему и листу Интернет адреса (Nadrljanski, 2008). „Коришћењем преимућстава које даје Интернет ученик схвата да циљ учења није првенствено да све зна, већ да изгради способност учења (како се учи) и мотивацију да перманентно учи из унутрашњих потреба“ (Грујичић и Миљановић, 2005).

WEB пружа могућност on-line дискусије и виртуелне конференције, што даје могућност повученим ученицима да се ослободе и изнесу своје ставове. Ученици се могу успешно мотивисати употребом образовних игара. На пример, ученици се могу поделити у тимове који имају задатак да пронађу појмове који се односе на градиво које се обрађује, те да саставе документ са пронађеним линковима.

Интересантно је споменути истраживање спроведено у Великој Британији на узорку од 1000 ученика, узраста од 7 до 16 година, које је показало да деца школског узраста редовно користе Интернет, као помоћ у школским задацима. Сурфовање Интернетом у потрази за информацијама користи 75% ученика, а више од половине њих потврђује да оно што су научили on-line, им је омогућило да поправе оцене. Чак 69% ученика тврди да им употреба Интернета олакшава израду домаћих задатака, 67% да их убрзава у учењу, а 66% сматра да је овакво учење забавније због комбинације звука и слика.

Из свега изложеног се може закључити да Интернет заиста пружа огромне могућности употребе у васпитно-образовном процесу. Међутим, за његову примену неопходни су адекватни услови и опрема у школама, што код нас, на жалост у већини школа још увек није изводљиво. Поред тога неопходно је и оспособљавање наставног кадра за коришћење нових технологија.

Неке од WEB локација које наставницима биологије могу послужити за ефикасније извођење наставе биологије су:

HowStuffWorks

<http://www.howstuffworks.com/index.htm>

HowStuffWorks је WEB локација која се може користити за припрему часова и употребу у настави различитих наставних предмета. Локација има сопствени претраживач, те се претрага најефикасније врши уношењем кључних речи. У одељку „Наука“ могу се пронаћи одговори на питања: *Како се камуфлирају животиње?*, *Шта су медузе?*, *Шта је клонирање?* и слично. У одељку „Здравље“ може се сазнати како ради вештачко срце, шта су то алергије, како делује витамин Б или никотин на организам, како функционишу контактна сочива итд.

Molecular Expressions™

<http://micro.magnet.fsu.edu/dna/index.html>

Web локација је посвећена оптичкој и дигиталној микроскопији са обиљем фотографија, јава аплета, MPEG филмова и лекција који се могу искористити у образовне сврхе, пре свега у настави биологије, физике и хемије. Овде се могу пронаћи сјајни јава аплети који дозвољавају промене услова виртуалних експеримената, дочаравају промену резултата насталих услед унетих промена (Interactive Java Tutorials). Дигитални филмови који се налазе на наведеној локацији:

- кретање микроскопских организама у води

<http://www.microscopyu.com/moviegallery/pondscum/index.html>,

- структуре ДНК (**<http://micro.magnet.fsu.edu/dna/index.html>**),

- структуре ћелија и вируса (**<http://micro.magnet.fsu.edu/cells/index.html>**),

као и рад са виртуелним електронским микроскопом само су неки од ресурса погодни за наставу биологије

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/electronmicroscopy/magnify1/index.html>.

Nobelova nagrada

<http://nobelprize.org>

На званичној Web локацији Нобелове фондације посвећеној Алфреду Нобелу, Нобеловим наградама, нобеловцима и њиховим радовима могу се пронаћи информативни и образовни ресурси из физике, хемије, медицине, књижевности, економије и ангажовања за мир у свету. На адреси http://nobelprize.org/educational_games могу се пронаћи игре везане за идеје и проналаске структуре ДНК. Осим игара у овом одељку су доступни и писани образовни ресурси.

Хипертекстуална енциклопедија појмова из биологије

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/biology>

Овде се могу пронаћи изузетно добри ресурси из биологије. На првој страници се налази комплетна листа појмова, а сваки појам је приказан на нивоу дефиниције и формуле. Организација ресурса је таква да се подржавају везе међу информацијама и даје приступ електронском учењу према когнитивним теоријама.

MIT's Biology Hypertextbook

<http://web.mit.edu/esgbio/www/>

Претражив биолошки уџбеник у HTML формату са детаљним информацијама о ћелијској структури и функцији, молекулима који улазе у састав ћелије, ензимима. Садржи и теме из генетике и молекуларне биологије (рекомбинација ДНК), као и физиологије биљака (гликолиза и Кребсов циклус).

NBII портал биолошких информација

Амерички национални ресурс биолошких информација <http://nbii.gov> представља поуздан извор информација које се могу претраживати по кључној речи. Информације су организоване у целине: Биљке, Животиње и други организми (Plants, Animals and other Organisms), Станишта (Habitats), Еколошка питања (Ecological Topics), Регионалне информације (Geographical Perspectives) и Алати (Toolkits). У оквиру целине Биљке, Животиње и други организми од велике практичне користи могу бити Дигиталне слике (Digital Images) <http://images.nbii.gov> где се може пронаћи велики број слика високог квалитета које наставници и ученици могу да претражују. Еколошка питања пружају обиље идеја и материјала који могу да помогну за припрему часа биологије на актуелне теме генетичке разноврсности организама, угрожених и инвазивних врста, проблема изумирања врста, болести код животиња и др.

Online биолошки уџбеници (Online biology book)

<http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/biobooktoc.html>

На овој Web локацији може се пронаћи чак 59 одељака (линкова) који садрже online лекције из Биологије ћелије, Ћелијске деобе, Физиологије биљака, Генетике, Молекуларне биологије, Физиологије животиња, Еволуције, Палеобиологије и Екологије. Лекције садрже фотографије, графичке приказе и видео записе, и могу бити корисна непосредна помоћ наставницима у креирању и реализацији наставних часова.

<http://www.learner.org/channel/courses/biology>

Такође корисна Web локација за наставнике и ученике. Лекције у прилогу садрже додатне садржаје с графичким приказима и анимацијама.

Online тестови из биологије

http://home.comcast.net/~clupold96/quiz_table_of_contents.htm

На овој локацији се могу наћи веома корисни тестови (квизови) из различитих биолошких области. Локација садржи следеће категорије инетраktivних квизова:

Микроскопи, Биохемија, Ћелијске органеле, Транспорт кроз мембрану, Фотосинтеза и Дисање биљака, Нуклеинске киселине и Биосинтеза протеина, Генетика, Генетичка вероватноћа, Еволуција, Класификација/Таксономија, Вируси, Бактерије, Протисти, Гљиве, Бескичмењаци, Кичмењаци, Човеково тело, Биљке и Екологија. Квизови могу бити од велике користи наставницима на часовима понављања, утврђивања градива и провере знања ученика.

Life Science Dictionary

<http://biotech.icmb.utexas.edu/search/dict-search.html>

BioTech пројекат Универзитета у Тексасу: online речник са 8.300 појмова из ботанике, генетике, биологије ћелије, биохемије, екологије, медицине, фармације.

"Hot" Biology Web Sites

<http://webhost.bridgew.edu/jabowen/links.htm>

Садржи лекције из биологије, корисне линкове, анимације и лабораторијске симулације, као и линкове биолошких часописа. Веома користан сајт за припремање часова биологије.

Wise county alternative educatio

**[http://www.wise.k12.va.us/alted/SOL/sol.htm#SCIENCE BIOLOGY TUTORIAL SIT
ES](http://www.wise.k12.va.us/alted/SOL/sol.htm#SCIENCE_BIOLOGY_TUTORIAL_SITES)**

Садржи туторијале за велики број наставних предмета укључујући и биологију.

Virtual Library: Biosciences

<http://vlib.org/Biosciences.html>

Страница нуди линкове за све могуће теме повезане са биологијом. Веома корисна страница за почетнике, али и за комплексније претраге. Садржи линкове из микробиологије, микологије, неурологије, генетике, биологије развића, ботанике и здравља људи и животиња. Овде се могу пронаћи часописи поређани по областима, универзитети, библиотеке, музеји и организације типа Young Naturalists.

Envirolink

<http://www.envirolink.org>

Страница намењена свим људима заинтересованим за заштиту животне средине. Envirolink је место где се могу наћи линкови за огроман број актуелних проблема и питања у вези заштите животне средине. Сем тога нуди и форум, претраживач, огласе, мапе и др.

Biological Servers on the Web

<http://www.up.univ-mrs.fr/wabim/english/biology.html>

На овој страници се налази списак Web линкова посвећених свим биолошким темама. Покрива библиографију, приручнике, водиче, курсеве, базе података, збирке, прибор и алате за претраживање, мета индекс биолошких URL-ова.

Bio Links (biozone)

www.biozone.co.nz/links.html

Преко 500 линкова, организованих у 16 главних тема и 25 подтема. Линкови покривају теме из: анатомије, физиологије, биохемије, биотехнологије, понашања животиња, биотехнологије и др.

eNature

www.enature.com

Портал и водич са базама података о више од 5.000 биљних и животињских врста. Садржи фотографије, анатомске и морфолошке карактеристике врста и бројне додатне информације о њима.

All Species

www.all-species.org

All Species је организација основана од стране 40 научника и стручњака с циљем да се региструју и каталогизују све познате живе врсте на Земљи. Укључује велику колекцију линкова и сајтова који се баве биодиверзитетом широм света.

Botany Online: the Internet HyperTextbook

<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online>

Богато илустрован приручник из ботанике доступан на немачком и енглеском језику. Садржи 45 поглавља са детаљним информацијама из ботанике.

Exploratorium: Hands-on Activites

<http://www.exploratorium.edu/explore/handson.html>

Изузетно погодан ресурс за употребу у настави биологије. Садржи инструкције за преко 500 једноставних научних експеримената. Прилагођен је за преглед са спорим модемским везама и лако штампање у циљу употребе.

Medical Encyclopedia

www.nlm.nih.gov/medlineplus/encyclopedia.html

Илустрована медицинска енциклопедија, са више од 4.000 стручних чланака о болестима, симптомима болести, аномалијама, повредама и др. Садржи велики број медицинских фотографија и илустрација. Може се користити као извор података при изучавању физиологије човека.

Genetics Education Materials

<http://www.kumc.edu/gec/resource.html>

На овом сајту се могу наћи бројни образовни ресурси из генетике. Листа ресурса је дата у виду линкова и обухвата: уџбенике, рачунарске програме, курикулум, видео записе, брошуре, постере, научно–популарне часописе из генетике.

Learn.genetics

<http://learn.genetics.utah.edu/>

Сајт са online активностима из генетике. Садржи интерактивне лабораторијске вежбе, експерименте, анимације и др. Покрива велики број тема из генетике: наслеђивање, клонирање, електрофорезу, стем ћелије, виртуелна екстракција ДНК итд. Веома корисни ресурси за припрему часова и самосталан рад ученика у школи и код куће.

Genetically Modified Crops: Resource Guide

<http://www.colostate.edu/programs/lifescience/TransgenicCrops/>

Аутор овог сајта је професор на Колорадо универзитету и бави се генетичким истраживањима биљака. Сајт пружа информације о генетички модификованим биљкама и пољопривредним производима и даје линкове сродних технолошких и других ресурса.

Genetics Practice Problems

<http://biology.clc.uc.edu/courses/Bio105/geneprob.htm>

Веома користан сајт са интерактивним задацима и вежбама из трансмисионе генетике. Може се користити у online настави за вежбање и утврђивање градива, као и за проверу способности практичне примене стеченог знања.

Biodidac

<http://biodidac.bio.uottawa.ca>

Канадска архива са преко 5.000 цртежа, фотографија, анимација и видео записа који се могу користити у настави биологије.

Eduhound

<http://www.eduhound.com>

Првокласан извор података за наставнике, ученике, родитеље и школске власти. Садржи каталог са провереним образовним линковима о разноврсним наставним темама и многобројним аспектима образовног процеса. Првенствено је намењен наставницима који желе да укључе интернет у свакодневну наставу.

Articles for Educators

www.articlesforeducators.com

Циљ овог сајта је да обезбеди квалитетне ресурсе и вредне идеје за наставнике. Ту се могу наћи наставни планови и школске активности из области друштвених и природних наука укључујући и биологију.

BrainPOP

www.brainpop.com

Овај сајт садржи бројне наставне материјале, наставне листиће, едукативне игрице и едукативне филмове. Намењен је како наставницима тако и ученицима. Сајт обухвата све наставне предмете.

Science for families

<http://scienceforfamilies.allinfo-about.com/>

Овај сајт садржи каталог Интернет ресурса организован по категоријама: Животиње, Рептили, Зоолошки вртови, Живот у мору, Дечији научни пројекти, Теренски савети и Питајте експерта. Ту су и чланци о популарним научним темама интересантним за децу. Сајт је намењен првенствено ученицима.

CARNet

www.carnet.hr/

CARNet је хрватска академска и истраживачка мрежа. На сајту се могу пронаћи веома корисне информације везане за e-learning пројекте, као и часопис Edupoint.

Distance Education at a Glance

www.uidaho.edu/eo/distglan

Сврха овог сајта је да помогне наставницима, школској управи и ученицима у основном разумевању учења на даљину.

Неке наше **WEB** странице:

Биолошки факултет у Београду

<http://www.bio.bg.ac.rs> и <http://pancic.bio.bg.ac.rs>

Департман за биологију и екологију ПМФ-а у Новом Саду
<http://www.uns.ac.rs>

О животињама и екологији
<http://www.zivotinjisko-carstvo.com>

Бионет школа
<http://www.bionet-skola.com/w/Biologija>

Pet planet магазин
<http://www.petplanetmagazine.com>

Екологија за најмлађе
<http://www.zvrk.co.rs/mskola/ekologija/ekologija.htm>

Делиблатска пешчара
<http://www.deliblatskapescara.rs>

Национални парк Тара
<http://www.tara.org.rs>

Све о Копаонику на једном месту
<http://www.kopaonik.net/>

Претраживач специјализован за Web странице на Српском језику
www.pogodak.co.rs

Издавачи наставног софтвера у Републици Србији
<http://www.multisoft.co.rs>

Употреба наведених сајтова може бити веома корисна за целокупан образовно – васпитни рад. Они су корисни за наставнике, ученике, стручне сараднике, директоре школа и родитеље. Информације које наставници биологије могу да пронађу на Интернету могу бити врло корисне за наставну праксу, осавремењивање и иновирање наставе биологије.

2.3.3. Улога Е учења у образовању

Настава би требало да се одвија у окружењу, способном да представи информацију на више начина, уз приступ различитим изворима информација и флексибилношћу у интеракцији између учесника у њој (наставника, ученика и информација). Е учење означава учење уз помоћ нових информационо-комуникационих технологија (Information Communication Technology – ICT). Реч је о било ком облику учења, поучавања или образовања које је потпомогнуто технологијама које се базирају на Интернету.

За учење на даљину користи се низ термина: Distance Learning, Distance Training, Distance Education, E-learning, Virtual Education, Virtual Classroom, Online Education, Blended Learning... Оно што је заједничко за све термине је да предпостављају процес

учења у којем су извор знања и прималац физички удаљени, а њихов однос је посредован применом ICT–а.

Зависно од тога у којој мери и коју врсту технологије укључују за спровођење учења, постоје и различите категорије овог учења:

- електронско учење (*E-learning*),
- веб утемељено учење (*Web Based Learning*),
- веб утемељена настава (*Web Based Instruction*),
- вежбање утемељено на интернету (*Internet Based Training*),
- расподељено учење (*Distribute Learning*),
- напредно расподељено учење (*Advanced Distributed Learning*),
- учење на даљину (*Distance Learning*), онлајн учење (*On-line Learning*),
- мобилно учење (*Mobile Learning*),
- управљано учење (*Remote Learning*). (Glušac, 2008).

Е учење обухвата различите аспекте примене информационо-комуникационих технологија у образовању: од употребе рачунара у учионици (Power Point презентације, рачунарске симулације процеса, мултимедијске презентације, коришћење web садржаја...), преко „хибридне“ наставе која комбинује класична предавања с учењем посредством Интернета и разних технологија, до потпуно on-line организоване наставе у којој се све активности наставника и ученика одвијају на даљину без физичког контакта (Милошевић, 2008).

Први системи за електронско учење (E learning 1.0) базирали су се на преносу лекција, туторијала и тестова преко e-mail сервиса Интернета. Материјале за учење који су били намењени одређеној циљној групи су припремали наставници. Ученици су учили из припремљених материјала и радили задате тестове намењене провери знања. Тестове су потом, прегледали и оцењивали наставници. Са развојем Интернет технологије и појавом великог броја софтверских алата и сервиса који карактеришу Web 2.0 електронско учење добија нову форму (*E learning 2.0*). Напушта се строги концепт организованих и структурираних курсева и у процес припремања материјала укључују се ученици. Комуникација између ученика и наставника и унутар групе ученика постаје динамичан процес, подржан „социјалним софтвером“. Социјални софтвер чине софтверски алати који пружају могућност наставницима и ученицима да сарађују и размењују идеје. Данас је у употреби комбинација различитих социјалних софтвера за електронско учење, као што су: блогови, колаборативни софтвери (Wiki, Форуми, друштвене мреже), електронски портфолио и виртуелне учионице (нпр. *Second Life* <http://secondlife.com>). Сматра се да је социјални софтвер довео до „еволуције“ Е учења у образовном контексту и створио предуслове за „социјално учење“. По Брауну и Адлеру (Brown & Adler, 2008) ученици који уче у групама су боље припремљени за час и науче више од ученика који уче сами. Чланови групе међусобно сарађују у решавању нејасних задатака, преузимају улогу наставника у тренутцима када помажу једни другима да усвоје и разумеју ново градиво. Тај поступак се у педагогији сматра за највиши степен учења који имплицира трајност усвојеног знања. Најбољи начин да се нешто научи је да се предаје другима (Brown & Adler, 2008).

Е учење се заснива на педагошким теоријама: когнитивизма, конструктивизма, бихејвиоризма и конективизма. Конективистичка теорија учења Сименса (Siemens, 2004) произилази из социјалног учења. Конективизам представља интеграцију принципа проистеклих из хаоса, мреже, комплексности и теорије сопственог организовања. Основни принципи конективизма су:

- учење и знање се налази у различитости мишљења;
- учење је процес спајања извора информација;
- учење може да постоји и ван људског учешћа;

- кључна вештина је увиђање везе између идеје, поља и концепта;
- све активности су усмерене на праћење текућег знања (тачно и актуелно знање);
- одржавање конекција је неопходно да би се потпомогло континуирано учење;
- одабир онога што се учи и значење долазећих информација мора се посматрати у светлу сутрашње реалности (Siemens, 2004).

У вези са дефинисањем појма Е учења, све више се говори о квалитативно новом образовању које ће обезбедити интерактиван (двосмерни) однос између наставника и ученика уз помоћ електронских медија. Таква настава је усмерена на ученика и подстиче активно усвајање и примену нових знања. Да би се заиста постигли такви учинци, настава мора бити пажљиво структурирана са педагошко–дидактичког аспекта. Стратегије Е учења морају бити тако одабране да мотивишу ученике, брину о индивидуалним разликама међу ученицима, промовишу смислено учење, охрабрују комуникацију (са осталим ученицима и са наставником), омогућавају повратну информацију о напредовању, пружају континуирану потпору током учења (Glušac et al., 2015).

Алати који се користе у Е учењу (*Courseware tools*) се базирају на информационо комуникационој технологији и подразумевају WEB странице, програме за њихову израду и „courseware“ алате. Користе се у контексту програма и података за вежбу базирану на рачунару, образовног рачунарског софтвера дизајнираног за едукацију и софтвера дизајнираног за едукацијске намене. Најпознатије образовне платформе за електронско учење су: WiZiQ, Adobe Captivate, Moodle, WebCT, AhyCo, Claroline, IBM Workplace Collaborative Services, e Learner, ATutor, итд.

WiZiQ је online платформа за учење на даљину која обезбеђује подучавање ученика у реалном времену и бесплатну виртуелну учионицу. Наставници могу градити профил, управљати распоредом доступности садржаја и одржавати садржај библиотеке слањем PowerPoint презентација и PDF датотека. У нашим школама је највише у употреби програм за израду презентација **PowerPoint** који има све веће мултимедијске могућности, а готове презентације је могуће поставити на Интернет како би биле свима доступне.

Adobe Captivate 5.5 представља тренутно водећи e learning софтвер на свету. Када се овај програм први пут појавио служио је превасходно као алатка за прављење софтверских симулација. Данас је, међутим, то само једна од опција које програм нуди. Captivate нуди могућност комплексног гранања слајдова, симулације, интерактивне тестове знања и снимање аудио и видео записа.

Moodle (*Modular Object–Oriented Dynamic Learning Environment*), акроним од Модуларно објектно–оријентисано динамичко образовно окружење је апликација намењена креирању и одржавању онлајн курсева. То је софтвер отвореног типа чији корисници могу да раде на постојећим деловима, изради новог модула, тестирању производа. Поседује интерфејс доступан на 65 језика и користи се у више од 210 држава.

WebCT је комерцијални програмски алат који се користи за наставу на даљину или као допуна класичном начину образовања. Сматра се за један од најбољих алата са фантастичним мултимедијалним могућностима. WebCT пружа могућности за: оцењивање знања полазника кроз тестове и задатке, самооцењивање, индексирање појмова и компатибилност постојећих веб ресурса са активним курсом.

AhyCo (*Adaptive Hypermedia Courseware*) је прилагодљив хипермедијски систем за управљање учењем и електронско учење. Конципиран је тако да настоји што мање ограничити слободу кретања ученика кроз садржаје за учење, али истовремено усмерава и води ученика при усвајању знања. Одликује се хипермедијским могућностима, описним моделима структура знања и базама особина полазника.

Бројне су предности које електронско учење пружа наставницима и ученицима. Овакав начин наставе омогућава просторну и временску флексибилност учења. Материјали за учење су перманентно доступни, а самим тим образовање постаје доступно и онима који нису у могућности да посећују традиционалну наставу. Велика предност је и у самоорганизовању времена за учење (планирање времена, способност за анализу и синтезу онога што се учи). Поред тога ученик не само да стиче информације о ономе што учи већ и додатна знања и вештине о коришћењу различитих технологија. Наставницима је такође омогућена већа просторна и временска флексибилност у процесу поучавања, лакша комуникација са ученицима и усмеравање њиховог рада. Предности се огледају и у смањењу трошкова школовања и путовања (Kupres, 2004).

Основни недостатак који већина педагога истиче код електронског учења је недостатак социјализације између ученика и непосредне интеракције са наставником. Наведени недостатци се могу превазићи употребом хибридног учења и поменутог „социјалног учења“. С друге стране примена електронског учења захтева од корисника и одређену рачунарску писменост. За разлику од ученика који информационо комуникационе технологије користе без потешкоћа, за већину наставника у нашим школама је то још увек велики проблем. Реализација Е учења захтева и оспособљене наставнике спремне да прихвате иновације, тако да овај проблем треба решити њиховом додатном едукацијом. За реализацију Е учења неопходна је и одговарајућа рачунарска опрема, у складу с развојем технологије којом се користи (Petrović, 2011).

У новије време помиње се и појам м–учења (*mobile-learning*). Ово је потпуно нови концепт учења на даљину, који подразумева учење „било када и било где.“ Технологија данашњице омогућава бежичну повезаност и размену информација између медија, услед чега корисник више није везан за једно место. Технологије које се користе у м–учењу су лаптоп, блекбери и мобилни телефони с приступом Интернету.

У савременој настави е–учење ће бити све заступљеније. Наставници могу узимати материјале са Интернета и других мрежа и прилагођавати их конкретним потребама садржаја наставног програма који реализују (Glušac et al., 2015). У том погледу постоје бројне и неограничене могућности за наставу биологије.

2.4. Појам и дефиниција образовно рачунарског софтвера (ОРС)

„Софтвер у области образовања представља интелектуалну технологију и назива се образовни рачунарски софтвер који обухвата програмске језике и алате, одређену организацију наставе и учења, а који се базира на логици и педагогији“ (Nadrljanski, 2000).

Образовни рачунарски софтвер (у даљем излагању ОРС) представља рачунарски програм специјално намењен садржају наставе, пројектован у циљу побољшања квалитета наставе и развијању индивидуалности учења (Radosav, 2005). Под појмом образовни рачунарски софтвер подразумевају се како готови рачунарски програми, који се могу користити у настави (Buckleitner, 1999), тако и програми који помажу и усмеравају индивидуалну фазу учења (Buckleitner, 1999; Ng Lee, Kamariah, Samsilah, Wong, & Petri, 2005).

Основу за пројектовање ОРС-а захтевају теоријска сазнања из: психологије, дидактике и инструкционог дизајна (ИД). „Инструкциони дизајн је процес којим се планира, организује и контролише процес учења, проналазе оптималне стратегије и методе учења и моделују или дизајнирају наставни садржаји. Циљ ИД-а је да обезбеди

ефикасност, трајност и практичну применљивост образовних садржаја (Voskresenski, 2004).

Специфичност ОРС-а је у томе што омогућава интерактивно учење – тренутно исправљање грешака и утврђивање стеченог знања. Употребом ОРС-а у настави и учењу тежи се аутентичној индивидуализацији наставе. Коришћењем посебних техника остварује се контролна функција наставе, регулише процес учења и подстиче унутрашња мотивација за учењем (Radosav, 2005). Дидактички осмишљени програми омогућавају постепено напредовање у складу са могућностима ученика. Сваки ученик напредује у складу са сопственим способностима и могућностима. Способнији ученици могу изоставити делове градива који су им познати, или лаки, а слабији ученици то градиво морају усвојити да би могли схватити наредне информације. ОРС може да обезбеди индивидуализацију у односу на различите типове мишљења, различите способности решавања задатака, различите когнитивне стилове учења. Велике су могућности враћања, понављања или задржавања на појединим деловима програма као и брзина претраге и добијања жељених информација (Niederhauser & Stoddart, 2001).

2.4.1. Развој образовно рачунарског софтвера

ОРС има веома интересантну историју. Његови прапочеци датирају из 50–тих и 60–тих година двадесетог века, када су познати логичари, математичари и мислиоци Тјуринг, Мински, Мек Карти и Новел дошли на идеју да створе рачунаре који могу да „мисле“. Такође су сматрали да једном тако креиран уређај може да изврши било који задатак повезан са људском мишљу.

Почетком 1960–тих година истраживачи су креирали неколико *рачунарски подржаних система* (CAI – *Computer Assisted Instruction*). Ови системи су садржали скуп проблема, дизајнираних да утичу на повећање спретности студената у решавању проблема, првенствено из аритметике. Дизајнирани су тако да студенту поставе проблем, приме и сниме његов одговор и прикажу табеларно резултате рада. Овај систем није одређивао кориснику како да учи, већ се сматрало да ако систем прикаже информацију која треба да буде усвојена, ученик ће једноставно да је прими и апсорбује

Наредни корак је развој *интелигентних туторских система*, који су имали могућност да воде корисника кроз читав ток учења, проналажењем „рупа“ у знању и кориговањем грешака.

Након тога долази до развоја *образовно рачунарског софтвера, хипертекста, електронске књиге*, да би са развојем мултимедија дошло до развоја *симулација*.

Супс (Suppes) је 1967 на Институту за математичка истраживања и друштвене науке Станфордског универзитета основао *Computer Curriculum Corporation (CCC)*. Програм је био тако конципиран да ученици пре прелаза на следећи корак у наставној секвенци одмах добијају повратну информацију о тачности њиховог одговора. Програм је такође водио записе о напредовању ученика током поучавања.

На универзитету Илиноис професор Битзер (Bitzer) развија наставни софтвер *ПЛАТО (PLATO – Programmed Logic for Automatic Teaching Operations)*, којим настоји остварити националну мрежу са око милион рачунарски подржаних терминала. ПЛАТО располаже мрежно оријентисаним, интерактивним наставним софтвером са програмским језиком који омогућава креирање нових садржаја (Nadrljanski, 2008).

Двајер (Dwyer) на универзитету у Питсбургу развија *СОЛО* пројекат намењен ученицима средњих школа. Софтвер је базиран на принципу "sole mode" – индивидуални начин, јер ослобађа ученика од традиционалног учења и пружа им

средства помоћу којих самостално доносе одлуке и решавају проблеме на начин који њима одговара (Karunović, 2009).

1983. године Massachusetts Institute of Technology (MIT), Digital Equipment Corporation (Digital), International Business Machine Corporation (IBM) развијају пројекат *Атина (Athena)* са низом софтверских сервиса за комуникацију, приступом базама података и алатима за развој апликација.

Један од најважнијих пројеката у Европи, који је реализован на универзитету у Карлсруеу у Немачкој је НЕСТОР (*NESTOR, 1989*). Он је осигуравао потпуно отворено ауторско окружење за израду наставних лекција с могућностима мултимедијског приступа и умрежавања.

Сви наведени софтверски системи су креирани поступно и тестирани у настави у циљу утврђивања њихове ефикасности (Mathis–Johnson, 2003).

2.4.2. Фазе пројектовања образовно рачунарског софтвера

Пројектовање образовно рачунарског софтвера представља сложен процес који обухвата више етапа (фаза). Према (Radosav, 2005 и Vannucci & Colla, 2010), основне фазе пројектовања образовног софтвера су:

- *Избор садржаја који ће се реализовати на рачунару.*

Садржај мора бити прилагођен основној намени софтвера. Потребно је анализирати наставни програм и проценити да ли је наставна тема погодна за моделовање. Највећи део наставног садржаја потребно је приказати очигледно помоћу шема, цртежа, фотографија, видео и тонског материјала.

- *Прикупљање потребне литературе и материјала у писаном и електронском облику.*

Након што је утврђен садржај који ће се софтвером обрадити, следи прикупљање материјала у виду текста, слика, шема и његово пребацивање у погодне облике за презентовање путем ОРС-а. Теоријски садржај је погодно презентовати у текстуалном формату, а слике, шеме и анимације употребити као пратећа објашњења или самостално.

- *Обрада материјала и дизајнирање.*

Материјал који је прикупљен за реализацију ОРС-а, најпре мора проћи фазу обраде. За обраду материјала се користе одговарајући алати. Етапа обраде и дизајнирања материјала састоји се од обраде текста, графике, видео материјала и звука. Укратко, у овој фази пројектовања, одређени наставни материјал „претварамо“ у скуп мултимедијалних елемената кроз поступак дигитализације.

- *Процес програмирања.*

Програмирање, тј. израда апликације која ће покривати све области проучавања стручне наставе представља сложен и временски најдужи део развоја софтвера, у коме се поред програмског језика користе и други ресурси.

- *Провера образовно рачунарског софтвера.*

Провера обухвата тестирање и проверу функционалности корисничког интерфејса са циљем откривања недостатака и могућих грешака, као и исправку, уколико су откривени неки недостаци приликом тестирања.

- *Израда програмске документације.*

Важан део софтверског пакета је и његова пратећа документација, под којом се подразумева израда каталога програма чија је сврха да помогне кориснику да инсталира софтвер и успешно га користи.

- *Евалуација програма.*

Евалуација је изузетно значајна за даљи развој, иновирање и одржавање софтвера. На основу оцена, мишљења и примедби корисника, аутор је у могућности да сагледа предности и недостатке примењеног наставног модела ОРС-а. Повратне информације је могуће обезбедити путем електронске поште или анкетирањем ученика који су користили софтвер.

У нашем истраживању смо поштовали наведене фазе у пројектовању образовног софтвера *Механизми наслеђивања*. Основна намена софтвера у урађеног за потребе истраживања била је проналажење ефикаснијег модела реализације дате наставне теме у настави биологије у гимназији. С обзиром да је највећи део садржаја из програма биологије могуће приказати очигледно помоћу шема, цртежа, фотографија, видео и тонског материјала, сматрали смо да је наставна тема *Механизми наслеђивања* изузетно погодна за моделовање образовно рачунарског софтвера. Програмски садржаји ове наставне теме су за већину ученика изузетно апстрактни, а истовремено веома важни за разумевање и сагледавање суштине живота, због чега смо сматрали да ће их ученици гимназије на овај начин лакше разумети и усвојити. Након што је одређен садржај који ће се софтвером обрадити, уследило је прикупљање материјала за његову израду; текста, слика, шема и његово моделовање у погодне облике за презентовање путем ОРС-а. Теоријски садржај наставних јединица је презентован у текстуалном формату, док су слике, шеме и анимације употребљене као пратећа објашњења или самостално. За обраду прикупљеног материјала смо користили одговарајуће алате (Adobe Photoshop, Paint, Macromedia Flash 10.0). ОРС који је примењен у истраживању је затим тестиран у сондажном истраживању. Анкетирањем ученика извршена је евалуација примењеног наставног модела ОРС-а *Механизми наслеђивања*, чиме су сагледане његове вредности и недостаци

2.4.3. Критеријуми класификације образовно рачунарског софтвера

Класификација ОРС-а заокупља пажњу еминентних научника и стручњака дужи низ година. Па ипак, још увек не постоје универзални критеријуми њихове класификације и рангирања. Постоји велики број класификација и рангирања ОРС-а, при чему се стално развијају нове верзије и решења. Због тога се ни једна класификација не може сматрати коначном. За критеријуме класификације у свим наведеним класификацијама узете су: методе учења, функције у процесу образовања, самосталност у управљању, начини коришћења рачунара, и класификације по предметима.

Критеријуми за класификацију ОРС-а могу бити:

- педагошко–психолошки,
- дидактичко–методички,
- информатичко–рачунарски (Nadrljanski, 2008).

Педагошко–психолошки критеријуми класификације ОРС-а

У руској теорији и пракси, разврставање ОРС-а је извршено на бази педагошко–психолошких функција софтвера у процесима образовања:

- *наставнички програми* – су намењени за стручно оспособљавање и усавршавање наставника за практичну реализацију наставног програма;
- *програми за самостално образовање (учење)* – су намењени корисницима који желе да своје знање употпуне;
- *програми за развој вештина и навика* – су намењени корисницима за стицање и развој одређених активности;

- програми за моделирање различитих ситуација;
- програми базирани на моделима и методама игара.

Дидактичко–методички критеријуми класификације ОРС-а

Ова класификација има за основ принцип самосталности корисника у управљању при учењу на рачунару. Према аутору ове систематизације, „степен самосталности и управљања корисника у учењу је различит и креће се од вођеног процеса учења, па до примене интелигентног турског система“ (Nadrljanski, 2008).

- *Управљачки образовни рачунарски софтвер* – у потпуности води корисника кроз процес учења. Осим што садржи образовне садржаје, овај тип софтвера поседује и упутство за употребу, које даје ученику сугестију када да прекине рад на рачунару и да учење настави из уџбеника, да консултује наставника, да неке податке потражи у другим изворима или да уради експеримент.
- *Турски образовни софтвер* – поседује уграђене прецизне алгоритме управљања, на које ученик може врло мало да утиче. Овај тип софтвера је предвиђен за учење образовних садржаја у виду програмираних вежби, које корисник истим редом мора да савлада.
- *Дијагностички образовни софтвер* – се користи за проверу знања и способности ученика за одређене садржаје образовања. Овај тип софтвера даје ученику информације по систему повратне спреге, на основу којих он може да доноси одлуке о даљем току учења.
- *Образовни рачунарски софтвер за вежбање* – употребљава се искључиво за утврђивање знања и вештина. На основу постигнутих резултата, ученик може да процени у ком степену је савладао градиво.
- *Образовни рачунарски софтвер типа банке података (знања)* – је конципиран у виду специјализоване енциклопедије знања. У овом софтверу, ученик по потреби користи потребне информације из банке података.
- *Образовни рачунарски софтвер типа експеримента* – се користи за огледе у лабораторијама и при извођењу практичне наставе (разних мерења). Применом овог софтвера ученик управља процесом учења емпиријским методама.
- *Образовни рачунарски софтвер симулације* – омогућава да се неки реални системи представе помоћу модела на рачунару и да се симулирају процеси тих система. Помоћу симулације могу се сагледати структурне и функционалне карактеристике проучаваних система.
- *Софтверски алати* – су програми намењени за обликовање образовних садржаја које треба савладати. Софтверски алати служе за обраду текста, графике, израчунавања и сл. Веома су корисни за стицање знања, изградњу вештина и стварање навика.
- *Интелигентни турски системи* – су дијалогско оријентисани системи, који на бази комуникације са корисником дају потребна знања и савете. Ова знања потичу од експерата и разликују се од уџбеничких знања. Са становишта управљања корисника представљају највиши ниво самосталности (Nadrljanski, 2008).

Информатичко-рачунарски приступ класификације ОРС-а

Експерти ОЕСД-CERI (организација за економску сарадњу и развитак – центар за истраживања и иновације Париз) у студији „A taxonomy of educational software“ дају

информатичко–рачунарски приступ класификације ОРС-а. У студији „Information Technologies and Basic Learning: Reading, Writing, Science and Mathematics“ (Taylor, 1992) наводе се три начина коришћења рачунара у образовању као полазиште за класификацију образовног софтвера.

Прву групу типова образовног софтвера чине програмски пакети у којима се рачунар користи као средство за подучавање (*Рачунар као учитељ*). Програм који се примењује конструишу тимским радом стручњак из програмирања и наставник неке образовне области. Он се базира на томе да рачунар изложи ученику образовни садржај, затим следе питања на која ученик одговара, а рачунар оцењује одговор. На основу резултата оцењивања програм одређује даље фазе рада са учеником. Овакви програмски пакети садрже софтвере за: утврђивање стеченог знања, учење новог градива или за утврђивање претходно савладаног градива, моделовање реалности (симулације – нарочито развијене у области природних наука), тражење поступака и метода којима би се решио неки сложени проблем и образовне игре (као фактор мотивације ученика за рад).

Другу групу типова образовног софтвера чине програмски пакети који омогућавају примену *рачунара као корисничког средства за рад*. Рачунар је могуће применити у свим наставним предметима за: претраживање података, обраду текста, графике и употребу примењених програма (вођење администрације).

Трећу групу типова образовног софтвера чине програмска решења која подразумевају највиши ниво интерактивности између корисника и рачунара. Рачунар се овде разматра као *средство које помаже кориснику да учи, да би он учио себе и друге*. На пример, старији ученици креирају образовни софтвер који служи за учење млађим ученицима. Сматра се да ова врста софтвера помера фокус образовања од усвајања чињеница до њиховог разумевања и манипулисања њима (њиховог коришћења). Реч је о високом нивоу интерактивног рада. У ову групу се убрајају софтвери за:

- *Истраживање и развој* – софтвери који подстичу развој мишљења и способности решавања проблема.
- *Прилагођавање учења* – софтвери код којих постоји могућност прилагођавања на било какве индивидуалне разлике међу ученицима, у погледу знања, спретности и мотивације у различитим етапама учења.
- *Туторски програми* – софтвери који служе за учење и индивидуално образовање. Туторски програми се могу класификовати на основу тога колико ученичких иницијатива допуштају. Најпознатији софтвери овог типа су: „сократовски дијалог“ и „микросвет“. *Сократовски дијалог* се састоји од туторске анализе ученичких одговора и уочавања грешака у њима, и на основу тога давању усмеравајућих инструкција. Овакве идеје су коришћене за образовне софтвере из географије, биологије и медицине. *Микросвет* је репрезентативан тип софтвера јер поседује уграђен симулациони модел који опонаша реалан систем, као што је еколошки или технички систем.
- *Истраживање и откриће* – софтвери овог типа доводе ученика у позицију истраживача који треба да реши неки проблем.

2.4.4. Дидактичко-психолошке претпоставке пројектовања образовно рачунарских софтвера

Дидактика представља значајну теоријску основу за пројектовање ОРС-а. Образовни софтвери као програми за учење морају се ослањати и на савремене теорије

учења и мишљења (Niederhauser & Stoddart, 2001, Lee, 2001; Potyrala, 2003; Voskresenski, 2004).

Према томе, на темељу теоријских поставки дидактике и психологије неопходно је вршити дидактичко–психолошку трансформацију образовних садржаја, уз посредовање инструкционог дизајна (Niederhauser & Stoddart, 2001; Vannucci & Colla, 2010). Инструкциони дизајн подразумева нов и самосталан процес планирања, пројектовања, конструисања и развоја наставе, организације и контроле учења. Инструкциони дизајн изналази решења за оптималне стратегије и методе учења. Он подразумева моделирање или дизајнирање наставних садржаја, које ученик током наставе и учења може правилно, лако, занимљиво и економично усвојити, и омогућава да новостечена знања буду трајнија и применљивија у свакој ситуацији. Основни циљ инструкционог дизајна је да обезбеди ефикасност, трајност и практичну примењивост образовних садржаја (Hilčenko, 2003).



Схема 1. Дидактичко–психолошке претпоставке пројектовања ОРС-а

Приликом пројектовања ОРС-а треба водити рачуна о примени **дидактичких принципа** у настави биологије. За квалитетан образовно–васпитни процес биологије најважнији су следећи принципи:

- **Принцип научности и доступности** чија примена подразумева упознавање ученика са научним чињеницама које су утврђене у биолошкој науци, а по обиму и садржају прилагођене узрасним и сазнајним способностима ученика.
- **Принцип индивидуализације и примерености** чијом применом се уважавају индивидуалне способности сваког ученика. Сваки ученик је посебна личност, што захтева индивидуалан приступ свим ученицима и свесну активност ученика. Применом овог принципа у настави биологије у потпуности долазе до изражаја психолошке, социолошке и педагошке вредности индивидуализоване наставе која је заступљена у ОРС-у.
- **Принцип систематичности и поступности** подразумева обраду наставних садржаја из биологије у логичном поретку који ће омогућити

ученицима разумевање научног система биологије као науке. Систематичност у настави биологије захтева излагање нових садржаја тако да се претходне наставне јединице логички повезају са наредним, затим из мноштва наставног садржаја издвојити кључне чињенице и објаснити их логичким следом, а све остале елементе садржаја концентрисати око њих. Поступност у настави биологије подразумева постепено увођење ученика у нови наставни садржај, поштујући дидактичка правила Дистервега: од лакшег ка тежем, од једноставног ка сложеном, од ближег ка даљем и од конкретног ка апстрактном.

- **Принцип очигледности и апстрактности** је веома заступљен у настави биологије. Примена принципа очигледности олакшава усвајање чињеница, а принципа апстрактности усвајање генерализација. Јединство ова два принципа представља дијалектички процес који на темељу чињеница поступно води ка генерализацији. Принцип очигледности и апстрактности омогућава ученицима да лакше стичу знања, умења и навике, да буду активни у процесу учења и утиче на трајност и квалитет знања. Захваљујући разноврсности образовно-васпитних садржаја биологије као наставног предмета постоје широке могућности за примену овог принципа.
- **Принцип трајности усвајања знања, умења и навика** се односи на чврсто и утемељено усвајање знања које се може лако репродуковати и трајно користити (применити) у свакодневном животу. Да би се обезбедила трајност знања, умења и навика у наставном процесу биологије неопходно је применити адекватне методе и облике рада који ће то омогућити.
- **Принцип јединства теорије и праксе** изражава неопходност примене стечених знања, умења и навика при решавању одређених практичних задатака. Повезивање теорије са праксом треба примењивати у свим етапама процеса усвајања знања да би се повећао квалитет нових знања. Применом овог принципа у раду са ученицима омогућава развој ученичких способности, интересовања, стваралачког мишљења и односа према сазнавању (Ждерић и Миљановић, 2001)

С обзиром да се наставни принципи односе на образовно–васпитни рад у целини, међу њима мора да постоји корелација. Корелацијом наставних принципа остварује се повезивање, продубљивање и ситематизација представа, појмова и процеса у оквиру биологије као наставног предмета, због чега је изузетно важно да се наведени принципи поштују и примењују у наставном раду.

Теоријске поставке **когнитивне психологије** које треба уважити при моделовању ОРС-а су:

- створити услове да ученик сопственом активношћу долази до сазнања и развоја;
- знање се не постиже простим гомилањем информација из спољњег света, већ произилази из интеракција између субјеката и објеката;
- основу развоја чини промена когнитивних (психогенетских веза) структура својствених субјекту;
- развој се обезбеђује асимилацијом нових елемената у постојеће структуре;
- когнитивне структуре својствене субјекту пролазе одговарајуће стадијуме развоја, при чему је сваки претходни ступањ предуслов за развој следећег;
- менталне појмове и радње могуће је формирати по етапама, а разлике које настају у погледу једне те исте радње код различите деце настају услед различитог разумевања те радње и различитог умења извођења исте у различитим условима;

- у процесу стицања знања веома су значајне индивидуално одређене когнитивне стратегије ученика, умеће засновано на основу личних искустава (Gagne, et al, 1992, цитирано у Voskresenski, 2004).

Педагошки критеријуми у креирању образовних софтвера су сврстани на следећи начин:

- усаглашеност мултимедијалних образовних софтвера са наставним планом и програмом;
- прилагођеност ОРС-а образовном и узрасном нивоу корисника;
- усклађеност ОРС-а са процесом сазнања у настави;
- дидактичко-методичка заснованост ОРС-а (Дамјановић, 1998).

2.4.5. Избор и анализа градива за моделовање образовно рачунарског софтвера

Према Воскресенском, за креирање ОРС-а погодно је градиво које поседује следеће карактеристике:

- садржаји који могу лако да се рашчлане;
- садржаји који нису дискутабилни, где не постоји могућност субјективне интерпретације;
- садржаји који се могу визуелно и аудитивно приказивати и симулирати;
- градиво у којем могу прецизно да се одреде: образовни, васпитни и функционални циљеви наставе и учења;
- садржаји у којима се може лакше одредити повратна спрега (предвидети начин решавања задатака);
- садржаји чија се ефикасност може емпиријски верификовати (Voskresenski, 2004).

Према бихејвиористичкој теорији учења, учење је успешније ако се градиво усваја у малим корацима и ако ученик одмах након тога добије повратну информацију о свом раду. Свакако да то изискује детаљну анализу градива, свих чињеница и генерализација. Обликовање програма за учење на првом месту захтева детаљно познавање структуре градива (Barbosa & Maldonado, 2006). У складу са захтевима диференцијалне психологије требало би извршити такав избор корака који по својој величини одговарају појединим категоријама ученика. То је уједно и предуслов за индивидуализацију учења у образовном софтверу (Voskresenski, 2004). Основни задатак ове етапе је сагледати микроструктуру градива и одредити квантум чињеница и генерализација, као и њихову дубину и логички редослед. На основу плана и програма наставног предмета, потребно је евидентирати чињенице и њихов логички редослед за формирање одређеног појма (индукција), као и формирање генерализација разматрањем нових чињеница које потврђују те генерализације (дедукција). У мултимедијалним системима чињенице се могу представити вербално, текстуално, путем фотографија, графички или анимацијом. При томе треба имати у виду да се при формирању одређеног појма одабере оптималан број адекватних чињеница.

Анализа градива обухвата и анализу структуре операција и радњи којима желимо да развијемо одређене способности. На првом месту треба констатовати коју врсту способности настојимо да формирамо (сензорне, интелектуалне, говорне, мануелне) и којим се редоследом операција то може постићи (Barbosa & Maldonado, 2006). Посебан задатак се односи на избор егземпларних наставних садржаја, који износе оно што је парадигматско.

Образовни процес чини учење и подучавање, који су увек усмерени ка одговарајућим циљевима. Примарни циљеви образовања указују на оно што програмом

у целини желимо да остваримо. Секундарни циљеви прецизирају образовно–васпитне задатке, прописане планом и програмом. Под образовно–васпитним циљем наставе биологије подразумевају се очекиване промене код ученика под утицајем образовно–васпитног процеса и њихове активности у њему. Према Блумовој теорији психоструктуре учења димензионирање циљева учења извршено је у три домена :

- Когнитивни – садржи циљеве у вези знања (познавање чињеница и генерализација), интелектуалних способности и вештина,
- Афективни (емоционални) – односи се на формирање ставова, интереса и вредности,
- Психомоторни - обухвата развијање вештина, навика и перцептивно-моторне способности (нпр. спретност у раду са рачунарима).

Сматра се да је ова таксономија веома погодна за операционализацију и конкретизацију задатака у ОРС-у (Anderson et al., 2001). Оперативни задаци се могу формулисати и за поједине кораке учења и за образовни процес у целини. Материјални (образовни) задаци наставе биологије се односе на стицање знања о објективној стварности. Функционални задаци се доносе на развијање вештина навика и способности. Применом ОРС-а у настави биологије посебно долазе до изражаја сензорне (посматрање, опажање...), интелектуалне и радне вештине и способности. Васпитни задаци се односе на формирање и развијање ставова, интересовања, мотивације и облика понашања ученика. Категорија знања дефинисана је у овој таксономији на шест нивоа на којима се обављају различити сазнајни процеси (знање, разумевање, примена, анализа, синтеза и евалуација).

Прецизним дефинисањем циљева и задатака олакшава се емпиријска провера ефеката ОРС-а, избор медија и оптималних стратегија учења и поучавања у ОРС-у и омогућена егзактна провера да ли одабрани задаци одговарају могућностима ученика.

Избор модела за програмирање зависи од способности ученика и од карактеристика градива. Млађим и слабијим ученицима је лакши рад са линеарним моделима, док старијим (после четвртог разреда основне школе), и бољим ученицима више одговарају разгранати модели.

Што се градива тиче, пракса показује да су погодни алгоритми аналитичко синтетичке, индуктивне и дедуктивне методе. Разгранати модели више погодују градиву које се учи полухеуристичким или хеуристичким стратегијама. Ова два модела могу се комбиновати и смењивати унутар истог ОРС-а (Voskresenski, 2004).

Са дидактичког аспекта и аспекта когнитивне психологије, алгоритамски модели показују бројне слабости, које се испољавају кроз пренаглашавање образовних, а занемаривање васпитних циљева, као и потискивања емоција, доживљаја и сопствених искуства ученика. Са становишта хуманистичке психологије спутава се стваралаштво ученика, слобода воље, као и ширина интеракције што у целини не ствара погодне услове за учење. Алгоритамске стратегије је понекад ипак подесно користити. Ако је наставни циљ брзо, потпуно и ефикасно усвајање нових егземпларних информација и ако је структура градива једноставнија, могуће је давати једнозначна упутства за учење. ове стратегије одговарају ученицима са просечном интелигенцијом, који немају самопоуздања или су емоционално нестабилни (Voskresenski, 2004).

Од 70–их година прошлог века у медијској дидактици све је присутнија оријентација ка развијању полухеуристичких и хеуристичких стратегија наставе и учења (Landa, 1975). Истраживања показују да се у ОРС-у то може директно остварити путем инструкција којима се ученици воде флексибилнијим стратегијама учења у којима самостално долазе до решења постављених задатака. Подесно их је користити ако је циљ наставе развијање стваралачког понашања ученика, развијање способности учења и апстрактног мишљења. Погодне су за моделовање градива сложене логичке

структуре. Ове стратегије одговарају ученицима са вишим степеном интелигенције, који су независни, флексибилни и самопоуздани. Квашчев и сарадници су детаљно разрадили теоријске компоненте хеуристичког моделовања процеса учења. Неке од њих које могу да буду значајне за процес моделовања у дидактичким софтверима су:

- Тачно постављање циљева и методологије за процену степена остварености постављених циљева.
- Састављање упутстава о томе како се у појединим условима треба радити да би се постигао постављени циљ.
- Разбијање проблема на мале проблеме.
- Прерађивање информација.
- Рашчлањавање мисаоних операција на одређене компоненте и операције.
- Добијање сталне повратне информације којом се релативно слободно регулише процес учења (Квашчев и сар., 1989).

Да би се постигао значајни дидактички циљ, најцелисходније је користити различите стратегије учења и наставе и третирати их у дијалектичком јединству. Које ће се стратегије користити зависи од наставних циљева, од природе наставних садржаја и индивидуалних карактеристика ученика. Значајно је да се у ОРС-у омогући постепена трансформација поучавања у самопучавање, вођења у самовођење, што би ОРС учинило знатно продуктивнијим .

Кључни проблем повезивања теорије и праксе у пројектовању дидактичких софтвера је у томе што се софтвери не моделују на основу најсавременијих сазнања из психологије учења и мишљења. Решавање тог проблема би омогућило подизање образовно -васпитних ефеката наставе путем рачунара (Niederhauser & Stoddart, 2001).

У моделовању софтвера уважавају се идеје из Гањеве теорије учења које као услове успешног учења истичу: континуитет, понављање, појачање или облици учења (вербално, откривајуће...) којима се уче концепти, принципи и правила. Примену у софтверима налази и принцип кумулативног учења, по ком је свако школско учење надограђивање нових садржаја на претходне. Према Воскресенском, когнитивне теорије Гаљперина полазе од тога да се учење и мисаони процеси могу моделовати као управљани процес. Нарочито је важна теорија етапног формирања умних радњи, која настоји да утврди етапе формирања менталних радњи. Гаљперин тиме настоји да утврди методе учења које би представљале рационални пут за формирање радњи и појмова. Гаљперин је такође покушао да утврди однос између учења и развоја мишљења. Он открива оне типове учења у којима се „стицање знања одиграва заједно са интелектуалним развојем“ (Voskresenski, 2004).

Развијајућа настава и теорија учења Ланде (Landa, 1975) полази од чињенице да процес мишљења има своје компоненте знања и операције које су у функционалној вези. Став ове теорије је да мисаоне процесе треба рашчланити на структурне елементе, како би их упознали и њима управљали.

Свака од поменути теорија даје допринос настојањима да се у дидактичком софтверу моделује процес учења и мишљења. „Неоспорно је да ће квалитет наставе и учења путем компјутера у будућности битно зависити од тога у којој мери су дидактички софтвери пројектовани на бази познавања психологије учења и операционе структуре ученичког мишљења...“ (Voskresenski, 2004).

Два основна начела при дизајнирању ОРС-а којих се треба придржавати да би се поспешила активност током учењу су: проширити видике при учењу и повећати интеракцију. Да би софтвер омогућио успешније и активније учење, неопходно је градиво поделити на мање целине и омогућити прелазак на следећу лекцију тек када је савладано градиво претходне лекције уз решавање неког практичног задатка. Ако ученик поседује одређено предзнање, довољно је да задовољи критеријуме постављене

у практичном задатку, без потребе да прелази градиво које му је познато. Да би се повећала интеракција у ОРС-у, неопходно је креирати и модул за интеракцију који се може реализовати путем игрице, интерактивног квиза или на неки други начин, али увек у складу са садржајем софтвера.

2.4.6. Методе, технике и инструменти за вредновање ОРС-а

Образовни рачунарски софтвер је врло сложен продукт интелектуалног и стваралачког рада, креиран за одређене намене у образовању. Ефикасност наставе и учења у условима савременог образовања је зависна од квалитета примењеног образовног рачунарског софтвера (Osborne & Hennessy, 2003; Soong, 2008). Квалитет ОРС-а одређује читав комплекс меродавних фактора који су у њега уграђени, од креирања, па до адекватне примене у реалној ситуацији у образовном процесу (Lee, 2001). Утврђивање квалитета ОРС-а врши се на основу посебне методологије и одговарајућих инструмената (Radosav i Marušić, 2006). При томе се користе две методе: *Метода вредновања* и *Метода процене – прегледа* (Nadrlijski, 2001).

Метода вредновања ОРС-а подразумева више различитих аспеката: формативно вредновање, сумарно вредновање, техничко вредновање и образовно вредновање.

Формативно (претходно) вредновање се односи на фазу стварања и развоја, а заснива се на вредновању свих етапа у стварању образовног софтвера, као целовитог решења. Прво формативно вредновање обавља аутор, а потом универзитетски професори, предметни наставници или ученици. Циљ формативног вредновања је да се изврши процена да ли је у софтверу омогућено управљање образовним процесом и да ли је садржина софтвера урађена према предвиђеном наставном плану и програму (Wrench, 2001).

Сумарно вредновање ОРС-а се може вршити путем тестирања по методи паралелних група или посматрањем. Основни циљ сумарног вредновања је да се утврди да ли су претпостављени циљеви и задаци у софтверу заиста реализовани и на који начин.

Техничко вредновање се врши ради провере техничких карактеристика софтвера: поузданости на грешку, корисничког интерфејса, квалитета опреме, а обухвата: техничку поузданост, контролу флексибилности програма, проверу презентације у погледу графике, анимације, звука, начин паковања и руковања.

Образовно вредновање се своди на утврђивање образовно–васпитних ефеката које ОРС садржи. Овај тип вредновања је диференциран према типовима софтвера.

Метода процене – прегледа ОРС-а се своди на критичке оцене, а може се посматрати са техничког и образовног аспекта. *Техничке процене* се односе на неке елементе вредности софтвера (поузданост програма за употребу, квалитет дизајна излагања, постепеност у давању оперативних инструкција кориснику). *Образовним проценама* се врши оцењивање решења о програмском пакету (какве је резултате показала примена ОРС-а у пробној фази и како је софтвер прихваћен од стране корисника). Систем вредности одређује особа која врши процену, па се може јавити проблем субјективизма (Radosav i Marušić 2006).

Један од често коришћених *инструмената* за процену и вредновање ОРС-а су „чек листе“ (*check lists*). Постоје две врсте чек листа: перспективне (нормативног карактера, садрже упите у виду теста) и функционалне (садрже комплекс питања за свеобухватну процену). Општи утисак о процени образовног софтвера се изводи након

што се процене његове парцијалне компоненте: програмско – техничке, предметно – дидактичке и интерактивне.

По Надрљанском у истраживању Смита и Кипа (Smith & Keer, 1986), о квалитету образовног софтвера, спроведеног у Великој Британији, интервјуисана су 132 ученика основних и средњих школа. Истраживање је показало да ученици имају изузетно добро установљене критеријуме за оцену вредности образовног софтвера. На основу одговора ученика издвојено је пет критеријума меродавних за квалитет ОРС-а:

- ОРС треба да располаже са неколико сензорских модалитета, да поседује визуелне и аудитивне ефекте;
- Руковање опремом мора бити једноставно;
- У програмској понуди мора постојати могућност избора сложености градива или задатака;
- У почетној фази мора постојати адекватна сложеност у излагању садржине;
- Мора се јасно поставити циљ и њему прилагодити садржину (Nadrljanski, 2008).

Токмак и сарадници (Tokmak et al., 2012) су испитивали мишљења експертске групе професора и студената о квалитету образовног софтвера помоћу чек листа. Установљено је да су ставови и критеријуми студената при вредновању ОРС-а много виши, од ставова експертске групе. До сличних резултата су дошли и бројни други аутори (Swanson, O'Connor & Cooney, 1990; Stepich & Ertmer, 2009).

Мишљења ученика су свакако изузетно важна и меродавна, и треба их узети у обзир, јер је ОРС првенствено намењен њима у циљу квалитетнијег и продуктивнијег образовно–васпитног процеса.

2.5. Мултимедијална технологија у образовном процесу

Термин мултимедија односи се на презентацију неког садржаја уз коришћење речи и слике. Под појмом *речи* мисли се на садржај представљен у вербалној форми, као што је одштампани или изговорени текст. Под појмом *слике* подразумева се садржај представљен у сликовној форми као што је статичка слика (илустрације, фотографије, мапе, графици) или динамичка слика (анимација и видео).

Историјски гледано, почеци мултимедијалног изражавања започињу веома рано, када се у књигама почела користити техника комбинације писаног текста и сликовног приказа. Мултимедијски приказ пружа боље разумевање и схватање јер се садржаји приказују на више начина што уједно даје већу образовну вредност. Могућност да се наставни садржаји представе мултимедијално даје веће шансе успешнијем и бољем учењу (Cheng, 2012). Циљ обликовања сваког образовног мултимедијалног материјала је да ученици што боље схвате, разумеју и запамте одређено наставно градиво. Због тога би сви који учествују у изради образовног мултимедијалног материјала требало да познају нека од основних начела обликовања, како би тај материјал био што квалитетнији.

2.5.1. Образложење употребе мултимедијалног учења

Резултати бројних истраживања указују на предност мултимедијалног учења. Мајер и Андерсон (Mayer & Anderson, 1991, 1992) су спровели истраживање у ком су студентима на три различита начина представили рад пумпе за бицикл. Једној групи су

само речима детаљно описали начин рада пумпе. Другој групи су без икаквих коментара приказали анимацију. Трећој групи су приказали анимацију рада пумпе истовремено са наративним објашњењем. За испитивања која група студената је запамтила највише података о раду пумпе, коришћени су тестови знања. Најбоље резултате је остварила трећа група студената, затим прва, а најлошији су били резултати друге групе студената. Трећа група је остварила најбоље резултате и када је испитивана примена запамћеног знања у решавању проблема. Ти резултати показују да је трећа група најбоље разумела оно што је запамтила.

Има разлога за мишљење да човек под одређеним условима може темељније да учи, уколико је материјал представљен речима и сликама. Дуги низ година вербални начин представљања био најраспрострањенији, због чега је вербално учење било главни предмет истраживања у образовању.

Развојем рачунара великих графичких могућности створени су услови да наставници у настави користе и вербалне и сликовне образовне материјале. Напредак у рачунарској технологији омогућио је огромно повећање могућности визуелних начина представљања материјала, јер рачунар поседује могућност да успешно обједини текст, слику и звук у јединствен документ. Важно је споменути и интерактивност која омогућава кориснику да контролише начин на који се информације приказују (Mayer, 2001).

Мултимедијално учење заснива се на идеји да инструкцијске поруке треба пројектовати тако да се има у виду како људски ум функционише. На основу тог сазнања треба прилагодити мултимедију с циљем да она побољша учење. Пажњу треба усмерити на то да је мултимедија подршка људском когнитивном процесу. То значи да пројектовање мултимедијских инструкција мора бити у складу са начином на који људски ум обрађује информације. Речи се користе у представљању апстрактних појмова, а слике су корисније у представљању конкретних појмова. Најважнији аспект квалитативне анализе је да разумевање настаје када су слушаоци у стању да створе смисаоне везе између визуелне и вербалне репрезентације (Mayer, 2001).

2.5.2. Когнитивне теорије мултимедијалног учења и моделовање ОРС-а

Основна хипотеза дугогодишњег истраживања мултимедијалног учења Ричарда Мајера и његових сарадника је да је велика вероватноћа да ће до учења са разумевањем доћи уколико се мултимедијална инструкција дизајнира у складу са карактеристикама људског учења (Mayer, 2001, 2002, 2003; Mayer & Moreno, 2003). Мултимедијална инструкција је комуникационо средство које садржи речи и слике и чија је намена да подржава учење.

Учење се најчешће мери задацима репродукције – техником која испитује запамћени материјал или задацима трансфера – техником која испитује утицај наученог материјала на учење новог материјала или решавања постављених проблема.

Основна претпоставка свих истраживања везаних за мултимедијално учење је да мултимедијална инструкцијска порука треба да буде прилагођена начину на који ученици уче, односно обрађују информације.

Према овој *когнитивној теорији* (Схема 2) мултимедијално учење се заснива на следећим претпоставкама:

- **Претпоставка двојног канала** – људи поседују одвојене канале за обраду визуелних и аудитивних информација (Paivio, 1986; Badldely, 1999).

- **Ограниченост капацитета** – људи имају могућност да обраде само ограничену количину информација у једном каналу у датом тренутку (Chandler & Sweller, 1991; Badldely, 1999).
- **Активан процес обраде података** – људска пажња у активном учењу има могућност селекције битних информација, њихово смислено ментално представљање и сједињавање тог менталног представљања са ранијим знањем (Мајер, 2001; Wittrock, 1989).

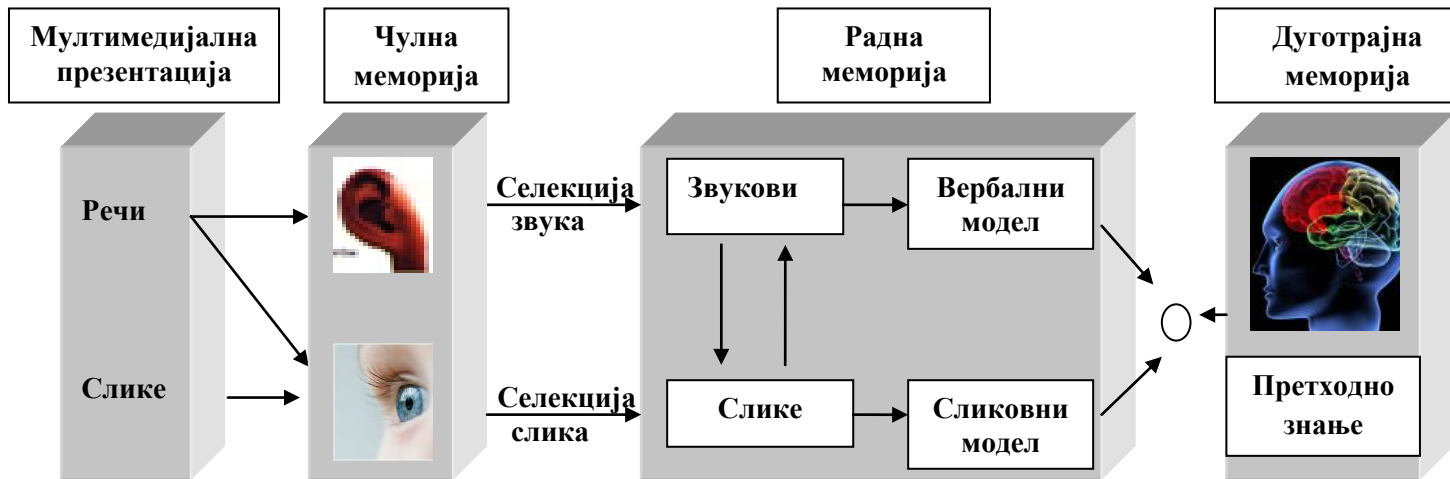


Схема 2. Когнитивна теорија мултимедијалног учења

– **Претпоставка двојног канала**

Људски систем за обраду информација садржи аудиторно–вербални канал и визуелно–сликовни канал. Информације из мултимедијске презентације посредством чула доспевају у чулну меморију.

Активном и свесном селекцијом речи и слике врши се складиштење информација у радној меморији. Речи се задржавају у виду звучних представа (звукови), а слике у виду визуелних представа. Узајамна повезаност и прожимање звукова и слика (представљена је стрелицама) означава да се звукови могу трансформисати у визуелне представе (слике), а слике се ментално могу трансформисати у звучне представе.

Менталном трансформацијом у радној меморији звучне представе формирају вербални модел знања, а визуелне сликовни модел знања. Вербални модел настаје као резултат организације одабраних речи и стварања веза између појединих делова вербалног знања, што доводи до изградње кохерентне структуре вербалног знања. Сливковни модел настаје као резултат организације одабраних слика и успостављања веза између делова визуелног знања, што резултира у изградњи кохерентне структуре визуелног знања. Следи складиштење знања у дуготрајној меморији. Да би примарно знање у дуготрајној меморији било и активно, неопходна је стална интеграција знања са знањима у радној меморији.

– **Претпоставка о ограниченом капацитету**

Друга претпоставка је да у датом тренутку човек може да обради само ограничену количину информација. Када се приказује илустрација или анимација, човек може да прими у радну меморију само неколико слика у исто време. Када постоји

наративно или текстуално објашњење, човек може у радној меморији да задржи неколико речи (седам речи, плус / минус два осмишљена појма). (Chandler & Sweller, 1991; Badldely, 1999).

– **Претпоставка о активној обради**

Трећа претпоставка полази од тога да се учење остварује когнитивним процесима стварања кохерентних менталних репрезентација искуства. Овај активни когнитивни процес укључује обраћање пажње, организовање приспелих информација и повезивање истих са постојећим знањем. Активна обрада настаје када ученик примењује когнитивни процес на новом материјалу (наставном градиву). Намена когнитивног процеса је да помогне ученику у осмишљавању материјала (градива). Пошто је исход активног когнитивног процеса конструкција повезане менталне репрезентације, активно учење се може сматрати процесом стварања модела. Ментални модел или структура знања представља кључни део репрезентованог материјала и њихових веза. Неке од основних структура знања укључују: обраду, упоређивање, генерализацију, означавање и класификацију (Cook & Mayer, 1998).

Разумевање мултимедијалне поруке често укључује одређену врсту структуре знања, што упућује на две важне импликације за мултимедијални дизајн:

- Представљени материјал треба да има повезану структуру.
- Порука треба да усмерава ученике у прављењу структуре.

Уколико се материјал састоји од неповезаних чињеница (неповезана структура), покушај ученика да направи повезану структуру неће уродити плодом. С друге стране, уколико материјал не усмерава ученике како да се структурира новоприказано градиво, напор ученика да направе модел ће бити веома велик, а неће дати одговарајуће резултате.

Од суштинског значаја за активно учење су следећи процеси:

- Селекција (одабир релевантног материјала) – избор битних информација које ће се обрађивати у радној меморији.
- Организација (организовање одабраног материјала) – у радној меморији се одвија структурирање информација уз међусобно трансформисање аудитивних и визуелних модела.
- Интегрисање новог (организованог) и претходно стеченог (постојећег) знања – овај процес захтева активирање знања из дуготрајне меморије и његово пребацивање у радну меморију (Mayer, 1996, 2002; Wittrock, 1989).

2.5.3. Три врсте меморије у мултимедијалном учењу

Током последњих пола века начин на који обрађујемо информације је један од централних проблема експерименталне психологије, а у протеклој деценији и когнитивних наука, у којој сарадња истраживача из различитих области има за циљ стварање интегралне слике обраде информација.

Познато је да информације добијене од чула морају бити подвргнути даљој обради. Педесетих година прошлог века долази се до сазнања да се обрада информација одвија у три међусобно повезане меморије. То су: чулна меморија, оперативна меморија и дуготрајна меморија (Схема 3). Под термином меморија подразумевамо домен у коме се привремено или трајно складиште информације.

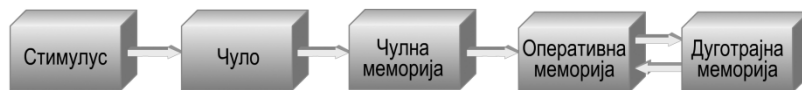


Схема 3. Компоненте система за обраду информација

Аткинсон и Шифрин (Atkinson & Shiffrin, 1968) су извршили синтезу дотадашњих истраживања когнитивних процеса обраде информација и предложили модел приказан на Схеми 4.

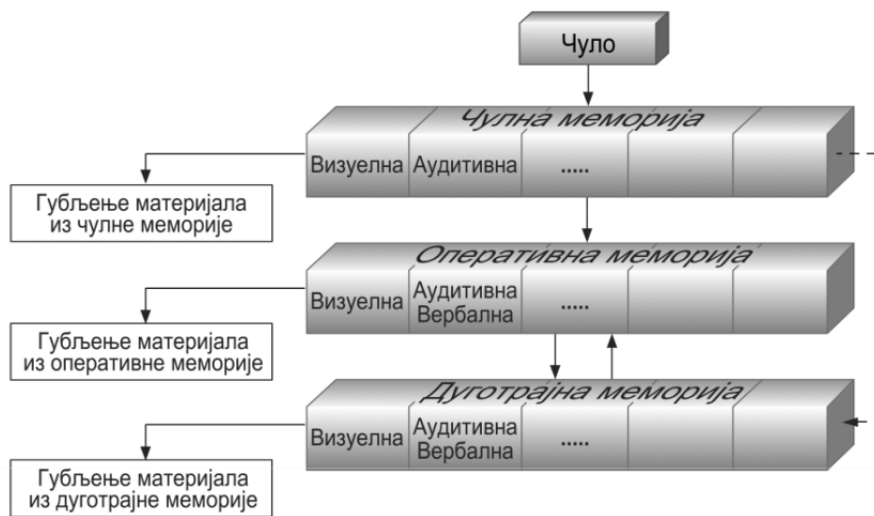


Схема 4. Модел обраде информација Аткинсона и Шифрина

У чулној меморији се пристигле информације најкраће задржавају. У подручју вида задржавање износи око 0,5 секунди, а у подручју слуха око 2 секунде. Неке од пристиглих информација бивају одмах одбачене, а неке посредством пажње перципиране и упућене у оперативну меморију. У подручју оперативне меморије (краткотрајног памћења) одвија се друга фаза памћења, заснована на свесној активности. Неке информације се заборављају, а друге се кодирају и обрађују, те се на основу тога доносе различите одлуке и обликују реакције. Кодирање се обавља по сложености од једноставне перцептивне анализе до врло сложене семантичке концептуализације. На тај начин се редукује количина информација, одвајају се битне и небитне (које се по могућности одбацују), и олакшава се будуће проналажење информација. Између оперативне и дуготрајне меморије постоји канал ограниченог капацитета (Broadbent, 1954) који у дуготрајну меморију пропушта само кодиране и обрађене информације. Добром организацијом мултимедијског садржаја, груписањем и прикладним сажимањем, могуће је повећати капацитет оперативне меморије. Бројна истраживања су показала да дуготрајна меморија има практично неограничен капацитет. У њој се налази трајна база знања и искуства. Да би дуготрајна меморија била доступна за претраживање, важно је да информације буду добро осмишљене и смислено организоване, јер у супротном неће бити доступне.

Чулна меморија

Чулна меморија је меморијски домен у коме се информације регистроване чулима краткотрајно задржавају, а затим се прослеђују на дубље нивое обраде или се губе. Претпоставка је да за сваки чулни модалитет постоји специфична чулна меморија. Од средине шездесетих година визуелни аспект чулне меморије назива се иконичка меморија, а аспект чулне меморије који се односи на аудитивни модалитет ехоичком меморијом (Neisser, 1967). Иконичка меморија има алтернативне називе као што су складиште визуелних информација и краткотрајно визуелно складиште док су алтернативни називи за ехоичку меморију аудитивна краткотрајна меморија и аудитивна чулна меморија.

Чулна меморија има неколико карактеристика које је издвајају од осталих типова меморије. Те карактеристике односе се на количину, трајање и осмишљеност задржаног материјала. У чулној меморији се краткотрајно задржава такорећи целокупан материјал који су регистровала наша чула, али се тек део прослеђује на дубље нивое обраде. Материјал у чулној меморији је неосмишљен, што значи да информације морају бити негде привремено задржане у интегралном облику како би се обавила селекција.

Оперативна (радна) меморија

У оквиру система обраде информација оперативна меморија је домен задужен за привремено складиштење и оперисање информацијама које су у датом тренутку предмет пажње. Информације у оперативној меморији су осмишљене, њихово трајање је ограничено али се могу обнављати, а ограничена је и количина материјала којом је могуће оперисати. У литератури се за овај домен користе различити термини као што су: примарна меморија, тренутна меморија, краткотрајна меморија, радна меморија итд. У домаћој литератури се најчешће користи термин оперативна меморија.

Истраживања с краја XIX века су показала да опсег пажње износи четири до пет елемената што ће у каснијим истраживањима бити третирано као ограничење капацитета оперативне меморије. Прво систематско испитивање капацитета оперативне меморије почиње педесетих година прошлог века када Милер (Miller, 1956) резимирајући налазе добијене у преносу информација констатује да опсег тренутне меморије (како он назива оперативну меморију) износи седам плус (минус) две смисаоне јединице. Смисаона јединица може али не мора да се састоји од више елемената. Трајање информација у оперативној меморији је ограничено. Истраживања Брауна (Brown, 1958) и Петерсонових (Peterson & Peterson, 1960) су показала да после 18 до 20 секунди информација ишчезава из оперативне меморије при чему аутори претпостављају да долази до спонтаног губљења трага. Због тога је овај приступ назван теорија губљење трага. Претпоставка о спонтаном губљењу материјала из оперативне меморије доведена је у питање резултатима експеримената који су показали да разлог ограниченом трајању информација може да буде интерференција са паралелним задатком, проактивна (утицај претходног приказаног или ученог материјала на репродукцију и учење новоприказаног материјала) и ретроактивна инхибиција и значење. Имајући у виду овакве налазе може се претпоставити да на задржавање (губљење) материјала утиче сваки од наведених чинилаца.

Постоји више емпиријских налаза који показују да је оперативна меморија функционално засебна компонента система обраде информација. Поред задржавања осмишљеног материјала на који тренутно обраћамо пажњу, функција оперативне меморије је и активно манипулисање материјалом. Прва значајна испитивања принципа по којима се ово манипулисање одвија почињу средином шездесетих година прошлог века истраживањем Стернберга (Sternberg, 1966).

Дуготрајна меморија

Постоје две категорије на основу којих је могуће класификовати знање тј. садржај дуготрајне меморије. По једној класификацији разликујемо декларативно и процедурално знање. *Декларативно знање* обухвата знање о појмовима и различите информације (чињенице) о свету око нас. *Процедурално знање* односи се на знање о обављању одређених операција и процедура. То што знамо да је ДНК носилац наследних информација у ћелији, не значи са знамо како се врши пренос наследних информација. У наведеном примеру имамо знање о појму али не и процедурално знање. Разлика између декларативног и процедуралног знања може се описати на следећи начин: декларативно знање је знање „о” нечему док се процедурално знање односи на то „како” се обављају поједине операције. Подела на декларативно и процедурално знање је само један од могућих критеријума на основу којих можемо да разликујемо различите врсте садржаја дуготрајне меморије. Према другој класификацији, коју је предложио Талвинг (Tulving, 1972, 1983), у оквиру дуготрајне меморије могуће је издвојити два аспекта: семантичку и епизодичку меморију. *Семантичка меморија* обухвата знање о појмовима и процедурално знање док је у *епизодичкој меморији* ускладиштено лично искуство (сећања).

Садржај дуготрајне меморије (нашег знања) није могуће свести на знање о појмовима јер оно обухвата односе између појмова, али и знање о комплексним релацијама и ситуацијама. Оваква веза између појма и његових одлика изражена у облику исказа представља пропозицију, тј. минималну јединицу знања која може да стоји као самостална тврдња и коју је могуће верификовати.

Наше знање обухвата различите догађаје и стања и састављено је од међусобно повезаних ширих целина које могу да варирају у обиму, и које се називају шеме. Шема је шира јединица организованог знања у чијем центру се налази одређени појам, али и велики број других појмова који су са њом у вези. Иако у центру шеме може да се налази одређени појам она може да обухвата и ситуације, догађаје, акције итд. Интегрални део неке шеме чине знања о редоследу операција у оквиру дате шеме. Ову врсту знања називамо скрипт или сценарио. Бројна истраживања показују да шеме нису пасивне јединице нашег знања већ активни динамички чиниоци који учествују у осмишљавању нових информација и у великој мери олакшавају њихово разумевање.

Процеси когнитивне теорије мултимедијалног учења

Да би се дошло до учења са разумевањем у мултимедијалном окружењу ученик треба да буде укључен у пет процеса:

- *Одабир речи* – ученик обраћа пажњу на релевантне речи у мултимедијалној поруци и на основу њих ствара аудитивну представу у оперативној меморији;
- *Одабир слика* – ученик обраћа пажњу на релевантне слике у мултимедијалној поруци и на основу њих ствара визуелну представу у оперативној меморији;
- *Организовање речи* – ученик успоставља везу између одабраних речи да би створио кохерентни вербални модел у оперативној меморији;
- *Организовање слика* – ученик успоставља везу између одабраних слика да би створио кохерентни сликовни модел у оперативној меморији;
- *Интеграција* – ученик успоставља везу између вербалног и сликовног модела и претходног знања (Maier, 2005).

2.5.4. Аспекти примене мултимедијалности у ОРС-у

Када је реч о ефекту задржавања усвојених чињеница, према неким истраживањима дошло се до следећих података: ако се наставни садржај ученицима презентује вербално ефекат задржавања чињеница после три дана је 10%, а уколико се примењују и визуелни елементи ефекат њиховог задржавања износи 65%.

Очигледно да је ученицима потребно у току наставног процеса обезбедити мултимедијалне информације у циљу већег задржавања усвојених чињеница, а за потребе касније генерализације. Постоје одређени принципи, којима би требало тежити приликом организације наставног садржаја у ОРС-у. То су такозвани принципи мултимедијалног обликовања:

- **Мултимедијски принцип** – боље се учи путем речи и слика, него само помоћу речи. Сlike које се приказују треба да буду поткрепљене одговарајућим текстом, јер се на тај начин развијају когнитивне способности истовремене обраде слике и текста (Tobias, 1989; Mayer, 2005; Fletcher & Tobias, 2005);
- **Принцип просторног ограничења** – учинак учења је бољи када су одабране речи и слике представљене ближе једне другима, него када су на папиру или екрану даље једне од других. Релевантни текст који објашњава поједине делове илустрације по могућности треба сместити унутар или тик до статичких слика, а никако их не треба раздвајати (Sweller, 1990, 1998; Mayer, Ayres & Sweller, 2005);
- **Принцип временске ограничености** – ученици уче боље када су речи и слике представљене истовремено, него када су представљено сукцесивно (једне после других) (Sweller et al., 1998; Mayer, 2005);
- **Принцип кохерентности** - ученици уче боље када су небитне речи, слике и звуци искључене, него када су укључене. Кохерентност дефинише однос између више и мање битних садржаја мултимедијалних структура ОРС-а. По овом принципу треба избегавати уметање занимљивих али мање битних садржаја у односу на основни садржај, јер они ремете процесе конструкције знања. Због тога је садржаје овог типа боље ставити у етапу увођења ученика у рад, јер они утичу на почетну мотивацију. (Mayer, 2001, 2005);
- **Принцип модалитета** – ученици уче боље путем анимација и говорних текстова, него путем анимација и текста на екрану. Образовни садржај изражен у визуелној форми покретних слика боље је објашњавати наративно, него са пуно писаног текста на екрану. На тај начин према Мајеровом моделу мултимедијалном учења, информације улазе у радну меморију свака кроз свој канал (не долази до мешања слике и звука) па се самим тим боље обрађују у њој (Sweller et al., 1998; Mayer, 2005);
- **Принцип сувишности** – ученици уче боље када се исте информације не презентују у више формата. Овај принцип сугерише да је непотребно исту информацију приказивати на више начина тако да оптерећују један сензорни канал. На пример, ако се мултимедијска порука у ОРС-у приказује сликом и нарацијом, није потребно додавати писани текст, или обрнуто (Mayer, 2001, 2005);
- **Принцип сегментације** – ученици уче боље када је сложенији мултимедијални садржај подељен на мање делове (целине), него када је презентован као јединствена континуирана јединица. На пример, ако анимација траје 120 секунди, боље је изделити је на мање сегменте (10 сегмената у трајању од 12 секунди), а при томе омогућити ученику да самостално (кликом миша) активира сваки наредни сегмент. (Mayer, 2001, 2005);

- **Принцип индивидуалних разлика** – добар мултимедијални дизајн има већи ефекат код ученика с мало претходног знања, него код оних са више знања, и код ученика са бољим визуелним способностима у односу на оне код којих су те способности слабије. Уколико је мултимедијска порука добро обликована, ученици са лошијим предзнањем ће бити у могућности да преко слика и текста дођу до објашњења непознатих појмова или догађаја, док ће ученицима са више знања бити довољан, на пример само графички приказ. Ученици који имају боље визуелне способности боље ће кодирати информације и лакше изградити менталне сликовне моделе и њихове међусобне везе, од оних ученика код којих су те способности слабије развијене (Kalyuga, Chandler & Sweller, 2000, 2003; Mayer, 2005).

Интегрални модел нуди додатне сугестије мултимедијалног обликовања наставног садржаја које су ван оквира Мајеровог модела. То су:

- **Принцип редоследа текст – слика** – уколико писани текст и слика не могу да буду истовремено приказани треба прво приказати слику, а после ње текст;
- **Принцип повезивања структура** – пожељно је користити слику са врстом визуелизације која највише одговара решавању будућих задатака;
- **Општи принцип редундантности** – не треба користити и текст и слике уколико ученик има довољно предзнања и когнитивне способности да ствара ментални модел из само једног извора информисања.
- **Принцип управљања обрадом** – уколико се комбинују статичка слика и текст и ако је текст тежак за разумевање, боље је користити писани од изговореног текста.

Садржаји наставе биологије су захвални за примену мултимедије. Највећи део тематских целина и наставних јединица може се приказати посредством слика, текста, адекватних видео секвенци и применом симулација. За поједине области ово је и начин са којим се може остварити максимални ефекат.

Показало се да је важније осмишљавање градива него сама техника, али исто тако, да је потребно обезбедити услове да мултимедијално окружење подржава креативност и продуктивно учење.

2.6. Образовно-рачунарско окружење примењено у истраживању

Образовни садржаји наставне теме *Механизми наслеђивања* која се проучава у четвртој разреду гимназије, уобличени су у концепт ОРС-а. ОРС креиран за потребе овог истраживања намењен је првенствено ученицима и наставницима. Софтвер је израђен у складу са важећим наставним програмом биологије, важечим уџбеником биологије за четврти разред гимназије општег смера и одговарајућим методичким приручником.

Образовни рачунарски софтвер се састоји из следећих елемената:

- основни текст;
- слике које су ученицима од значаја при уочавању основних појава, процеса и законитости помоћу којих ће се омогућити перцептивно сазнавање објективне стварности;
- схеме које ученицима омогућавају разумевање процеса наслеђивања биолошких особина;

- анимације помоћу којих је постигнута већа очигледност и ретенција знања;
- хипертекст;
- питања која омогућавају развој мишљења и закључивања,
- задаци који омогућавају ученицима проверу стеченог знања,
- задаци апстрактног садржаја који захтевају примену и трансфер знања,
- додатне информације као помоћ при решавању задатака.

Циљ примене образовног рачунарског софтвера је у складу са општим циљевима наставе биологије – да допринесе развоју комплетне личности ученика како у образовном тако и у васпитном смислу. Општи циљ је превасходно ефикасније усвајање наставних садржаја из наставне теме *Механизми наслеђивања* са научног аспекта уз истовремено развијање психо–физичких способности ученика на сазнајном и психо–моторном плану и провера нивоа квалитета ученичког знања у тој области.

Образовни задаци се односе на стицање основних знања из генетике – науке о наслеђивању и механизмима преношења особина. Усвајање нових чињеница и генерализација које су основа за даље стицање знања у овој али и другим областима биологије. Развој способности анализе и синтезе садржаја од стране ученика, као и метакогнитивности.

Васпитни задаци се односе на развој свести ученика о начину преношења особина кроз генерације, различитим типовима наслеђивања особина, хромозомима, генима, променама у наследном материју и ефектима тих промена. Важан васпитни задатак је развијање самосталности у раду, као и развој прецизности, тачности, и примене стечених знања, затим развој правилних ставова и облика понашања.

Функционални задаци се односе на развој перцептивно-моторних способности: развој вештина коришћења рачунара у настави, развој способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика, логичког мишљења и закључивања.

Од овог образовног рачунарског софтвера очекује се да пружи најбоље решење за реализацију предвиђених циљева и задатака. Очекујемо да ће се овим оперативним системом наставно градиво из биологије обрадити брже, и да ће знање ученика у погледу квантитета и квалитета бити веће. Очекује се такође, већа ретенција знања ученика.

Образовни рачунарски софтвер садржи доста материјала различитог карактера који ће бити доступан свим ученицима, а самим тим ће имати утицај на ефикасност и бољи квалитет наставе биологије.

Допринос овог истраживања огледа се у могућности побољшања услова за реализацију наставних садржаја биологије, захваљујући методичким стратегијама наставе.

2.6.1. Педагошко-психолошко и дидактичко обликовање образовно рачунарског софтвера *Механизми наслеђивања*

ОРС *Механизми наслеђивања* је пројектован у складу са **педагошко-психолошким захтевима**. Излагање одабране материје је примерено назначеном кругу корисника, а садржаји који се приказују на екрану прилагођени су могућностима ученика четвртог разреда гимназије. Садржаји наставног градива који се презентују су егземплярни, начин њиховог излагања је интересантан, како би мотивисао и подстакло ученике на активност.

На темељу теоријских поставки из **дидактике и методике наставе биологије** било је неопходно извршити дидактичко-методичку трансформацију образовних садржаја. Наставни садржаји у примењеном ОРС-у су научно засновани; стратегије

учења и поучавања су у складу са дидактичким принципима: индивидуализације и примерености, систематичности и поступности, очгледности и апстрактности, трајности усвајања знања, умења и навика и јединства теорије и праксе. Стратегије поучавања и учења су пројектоване према теоријским концептима свих дидактичких модела (програмиране, откривајуће, проблемске наставе...). Циљеви поучавања и учења у ОРС-у су прецизно дефинисани, повезани и операционализовани тако да се њихово остварење може пратити и вредновати. Након што је сагледана структура наставног градива, одређен је квантум чињеница и генерализација које ученици треба да усвоје, као и њихова дубина и логички редослед. Наставни материјал је организован од познатог ка непознатом, од лакшег ка тежем. Након сваке наставне јединице врши се тестирање ученика да би се утврдило да ли су дефинисани исходи учења заиста постигнути. Тестирањем се истовремено постиже и перманентно обавештавање ученика о постигнутим резултатима рада.

У складу са захтевима **инструкционог дизајна** трудили смо се да у ОРС-у створимо услове да ученик сопственом активношћу долази до сазнања, да знање произилази из интеракције ученика и ОРС-а, да постигнемо перманентну асимилацију знања, да омогућимо промену когнитивних структура ученика.

Приликом креирања образовно рачунарског софтвера водило се рачуна и о **мултимедијалним захтевима**. Поштујући принцип сегментације, наставно градиво у софтверу је издељено на мање делове, логичке целине, које су обликоване тако да објашњавају грађу кроз релевантне примере. Сlike, анимације и схеме у њему су у складу са изложеним градивом и примерене су разумевању од стране ученика четвртог разреда гимназије. На пример: анимација која објашњава дихибридно наслеђивање је тако обликована да је издељена на мање сегменте, при чему ученик самостално активира наредни сегмент или се задржава на посматраном сегменту у складу са индивидуалним темпом учења (принцип индивидуалних разлика). Текст и релевантне слике су постављени по принципима мултимедијалности једно близу другом, или текст унутар слике или схеме коју прати, а динамика њихове презентације је временски синхронизована. Сматра се да ученици боље усвајају градиво са урађеним примерима, па су у задацима у оквиру појединих наставних јединица дати урађени примери. Појединачни слајдови у софтверу *Механизми наслеђивања* у којима се презентује ново градиво не садрже превише информација и нових појмова. Информације смо презентовали у више различитих формата, да би испоштовали различите стилове учења. Водили смо рачуна да нагласимо битне делове наставног градива на одговарајући начин.

Садржаји и задаци захтевају од ученика уочавање основних законитости и процеса у градиву из наставне теме *Механизми наслеђивања*. Од ученика се очекује: издвајање битних елемената садржаја, извођење генерализација, развој истраживачког приступа учењу, уочавање сличности и разлика међу појавама и односа у којима се оне налазе. Очекује се да ученици буду креативни током рада.

2.6.2. Класификација ОРС-а *Механизми наслеђивања*

Као што је речено постоји више различитих класификација образовно рачунарског софтвера, које су извршене на основу различитих критеријума, а уједно су и комплементарне.

Према *педагошко–психолошким критеријумима* класификације, образовни софтвер *Механизми наслеђивања* обухвата следеће категорије:

- Наставнички програм;

- Програм за самостално образовање;
- Програм за развој вештина и навика.

Према *дидактичко–методичким критеријумима* класификације софтвер *Механизми наслеђивања* спада у следеће категорије:

- Управљачки образовни рачунарски софтвер;
- Титорски образовни софтвер;
- Образовни рачунарски софтвер за вежбање;
- Образовни рачунарски софтвер типа банке података

Према *информатичко–рачунарским критеријумима* класификације, софтвер *Механизми наслеђивања* спада у категорију

- Рачунар као учитељ (Дрил и вежбање; Титорски програми; Решавање проблема Образовне игре).

2.7. Преглед досадашњих истраживања о примени и ефикасности образовно рачунарског софтвера у настави природних наука

Савремени научно–технолошки развој је великим делом окренут ка електроници, телекомуникацијама и информатици. Развој информатике и информатичких система данас, представља један од основних услова за напредак модерног друштва.

Појавом персоналних рачунара обележен је прошли век како с технолошке тако и с едукативне стране. Мултимедијалним програмима креираним за персоналне рачунаре остварује се нова ера у образовању. „Рачунар, као најмлађи медиј, засигурно ће имати кључну улогу у образовању младих генерација, а наставници ће морати знати користити потенцијале које рачунар нуди како би побољшали образовно–васпитни рад у школама у којима раде. Примена информационе технологије из основа мења традиционалне облике и методе рада у образовно–васпитном процесу, и захтева одговарајуће дидактичко–техничко окружење у ком се одвија настава“ (Voskresenski, 2004). Нажалост, свесни смо чињенице да у нашем друштву у већини образовно–васпитних установа још увек нема одговарајућих услова за реализацију оваквог облика наставе.

Примена информатике и информационе технологије у настави већине наставних предмета је један од најважнијих корака у циљу њиховог развоја и унапређења. Од савременог образовног система очекује се да ученика обликује као самосталну, флексибилну личност, који ће с лакоћом прихватити савремене друштвене изазове и прилагођавати им се. Примена савремених информационих технологија насупрот традиционалном образовно–васпитном процесу може дати значајан резултат. Овакав начин организације наставног процеса млади радо прихватају. Посебно је важно споменути да су програми биологије на свим нивоима образовања, веома погодни за презентовање применом рачунара.

Експериментална истраживања о ефикасности образовно рачунарског софтвера у односу на традиционалну наставу у настави биологије и других природних наука су бројна. У наставку је дата приказ неких од многобројних истраживања која су релевантна за наше истраживање.

У развијенијим земљама у склопу универзитетског образовања у *настави биологије* је веома заступљена примена рачунара у учењу и поучавању. Brant, Hooper и Sugrue, (1991) су испитивали употребу симулација у *Генетици*, French и Rodgeron,

(1998) су урадили рачунарске симулације намењене вежбама и предавањима на универзитету, али и у настави биологије у основним и средњим школама. Аркан, (2001) је креирао програме симулације које замењују дисекције животиња. Френклин и Пит су на универзитету у Сиднеју реализовали online учење са студентима прве године биологије (*Online Learning: the First Year Biology Way*, Franklin, & Peat, 1998a) и вршили истраживања ефикасности стратегија рачунарски подржаног учења и напретка судената (*Strategies to support learning and student progression* Franklin & Peat, 1998b). Исти аутори 2001. године испитују могућност виртуелног окружења за учење биолошких садржаја. Potyrala (2003a) на универзитету у Кракову, спроводи истраживања о ефикасности интерактивног учења уз помоћ рачунара из *Генетике*, *Екологије* и *Таксономије*. Jung-Bin (1992) је испитао ефекат стила учења и инструкционалног решавања образовним софтвером за ДНА и протеинску синтезу. Резултати су показали да су остварени учинак у посттесту, потребно време и учесталост избора унетих информација резултат интеракције између стилова учења и инструкционе стратегије. Поређењем између активних и пасивних ученика показало је да активни ученици потроше значајно више времена за задатке, посматрају више информација и имају боље резултате у завршном тесту (Nadrljanski, 2008).

Ferguson и Chapman (1993) истичу да образовни софтвер, са тестовима интерактивног типа омогућава ученицима да се фокусирају на кључне аспекте биолошких процеса, разјасне нејасноће и остваре бољи успех на тесту у обради наставне теме *Увод у генетику*. Аутори још истичу да „образовни софтвер помаже решавању три проблема у учењу генетике. Помаже ученицима и наставнику да препознају заблуде, омогућава дрил (вежбање) који олакшава ученицима да развију вештине решавања проблема и скраћује време предавања наставника“ (Ferguson & Chapman, 1993). Tsui и Treagust (2003) су утврдили ефикасност примене мултимедијалног софтвера *BioLogica* у реализацији наставне теме *Генетика*, у средњој школи у Аустралији. Установљен је значајан напредак ученика (који су користили софтвер у учењу) у погледу разумевања основних појмова и процеса у генетици што потврђује већу ефикасност учења применом мултимедијалних софтвера у настави. Кара и Yesilyurt (2007) истичу да примена образовног софтвера типа туторијала доприноси бољем разумевању основних појмова у генетици, а употреба софтвера типа игара развија позитивне ставове ученика према биологији. Rotbain, Marbach и Stavy (2007) истичу да употреба рачунарског софтвера са анимацијама омогућују бољу перцепцију и визуелизацију апстрактних појмова у настави биологије при обради наставне теме *Молекуларна генетика*. Starbek, Starčić - Erjavec и Peklaj (2010) и Akwee, Toili и Palapala (2012) препоручују употребу мултимедијалних софтвера у усвајању садржаја из *Генетике* и истичу да употреба образовног софтвера у настави генетике доприноси лакшем и бржем усвајању и бољем разумевању генетичких појмова и процеса у поређењу са традиционалним методама рада.

Singh (2010) истиче да употреба мултимедијалног софтвера у настави биологије доприноси бољем знању и разумевању појмова из *Физиологије биљака* и омогућава ученицима да освоје већи број поена на тестовима знања. Yusuf и Afolabi (2010) истичу да је при употреби образовног софтвера групни облик рада, много ефикаснији од индивидуално примењене рачунарски подржане наставе.

У настави математике, Pilli (2008) је доказала да су ученици који су користили образовни софтвер у реализацији три наставне јединице *Множење природних бројева*, *Делјење природних бројева* и *Разломци* у 4. разреду основне школе, на финалном тесту знања значајно надмашили ученике који су исте садржаје учили традиционалном наставом. Исти резултат је постигнут и 4 месеца касније на ретесту. Аутор истиче да ОРС скраћује време учења и развија позитивне ставове и интересовања ученика.

Позитиван ефекат примене образовног рачунарског софтвера на постигнуће ученика и квалитет знања у односу на традиционалну наставу потврдили су Raninga (2010) у наставној јединици *Аритметичка средина, медијана и мод*, Afzal и Gondal (2010) у три поглавља: *Интеграл, Алгебра и Геометрија*, Philip et al. (2011) у реализацији наставне теме *Матрице*, Bayturan и Kesan (2012) у наставној јединици *Вежа, функција и операција*, Moradmand, Datta и Oakley, (2013) употребом софтвера за почетно учење математике (*My Maths Story*).

У *настави физике*, ефикасност учења уз примену образовног софтвера у односу на традиционално учење су потврдили и Çekbas et al. (2003) у реализацији наставне теме *Електростатика и електричне струје* као и Kara и Kahraman, 2008 и Kara, 2008 у реализацији наставне теме *Сила и притисак* у 7. разреду основне школе. Аутори су установили да динамичност софтвера утиче на позитивне ефекте усвајања градива. Kara и Yakağ (2008) су у свом истраживању поредили ефикасност пасивно и активно примењеног рачунарски подржаног учења у односу на традиционално учење, у реализацији наставне теме *Њутнови закони кретања*. Ученици подвргнути моделу пасивне примене су пратили материјал који је њихов наставник презентовао на монитору рачунара, док је у активном моделу примене сваки ученик радио самостално за рачунаром на којем је био инсталиран образовни софтвер. Експеримент је показао да су ученици који су учили применом и једног и другог експерименталног модела остварили знатно боље резултате у односу на ученике који су исте садржаје усвојили традиционалним моделом наставе. Поредицањем ефикасност примене пасивног и активног модела рачунарски подржане наставе у односу на постигнуће ученика, констатовано је да између њих не постоји статистички значајна разлика у постигнућу.

У наставном предмету *Наука* (у коме су интегрисане биологија, географија, хемија и физика), Tekbiyik и Akdeniz (2010) су анализирали 52 студије о ефикасности примене образовног рачунарског софтвера у рачунарски подржаној настави у периоду од 2001. до 2007. године. Потврдили су да добро обликован образовни софтвер има позитиван утицај на укупно постигнуће ученика, нарочито на когнитивним доменима познавања чињеница и разумевања појмова. До сличних резултата су дошли и Mahmood и Mirza (2012).

За разлику од претходно презентованих резултата, у настави природних наука су спроведена и истраживања којима је потврђена већа ефикасност традиционалне наставе у односу на примену образовног рачунарског софтвера. Morrill (1992) је утврдила да примена ОРС-а у *настави биологије* нема већи утицај на постигнуће ученика у односу на традиционалну наставу у реализацији две наставне теме *Фотосинтеза* и *Увод у генетику* у средњој школи. Güler и Saglam (2002) у реализацији наставне теме *Ензими* у првом разреду средње школе нису установили већу ефикасност примене ОРС-а у поређењу са традиционалном наставом у погледу постигнућа и знања ученика, а до сличних резултата су дошли и Coye и Stonebraker, (1994) и Tjaden и Martin, (1995). Annetta et al., (2009) су спровели експериментално истраживање о ефикасности примене образовног софтвера типа игара (MEGA), при усвајању садржаја из *Генетике*. Узорак је чинило 129 ученика средње школе у југисточном делу САД-а. Експерименталну групу је чинило 66 ученика који су наставне садржаје из *Генетике* реализовали применом софтвера MEGA, док су у контролној групи 63 ученика исте наставне садржаје реализовало класичном наставом. Анализом резултата пост-теста констатовали су да не постоји статистички значајна разлика у оствареном броју поена између експерименталне и контролне групе ученика. Owusu et al. (2010) у реализацији наставне јединице *Деоба ћелије* у средњој школи, потврдили су значајно већу ефикасност традиционалне наставе, али истичу да су ученици који су користили образовни софтвер у настави оценили овај модел учења врло интересантним и

занимљивим. Yildirim, Ozden и Aksu (2001) су поредили ефикасност традиционалне и рачунарски подржане наставе биологије применом хипермедијалног ОРС-а. Узорак је чинило 49 студената распоређених у експерименталну и контролну групу. Резултати пост-теста нису показали статистички значајне разлике у погледу освојених броја поена на пост-тесту између Е и К групе, мада су резултати ретеста потврдили већу ефикасност примене хипермедијалног софтвера.

Теоријских и експерименталних истраживања о ефикасности примене образовно рачунарског софтвера у нашој земљи је веома мало. *Теоријским истраживањима* о примени и ефикасности ОРС-а су се бавили: Надрљански (2002), Воскресенски (2004), Крнета (2004), Хилченко (2006) и Савић (2010). *Експерименталну потврду* ефикасности примене ОРС-а потврдили су: Хилченко (2006), Савичић и Поповић (2010), Терзић и Миљановић (2009), Пардањац и Радосав (2011) и Жупанец и сар. (2013).

Хилченко (2006) је испитивао утицај примене ОРС-а на повећање образовно–васпитних циљева и задатака у разредној настави у 1. разреду основне школе, на узорку од 60 ученика. Истраживање је потврдило да мултимедијални наставни модел утиче на развој вештина решавања проблема, критичког, стваралачког и аналитичког мишљења и развој конативних способности ученика.

Савичић и Поповић (2011) су вршили испитивање у настави математике у 3. разреду основне школе у функцији унапређења квалитета наставе и учења применом ОРС-а. Експеримент је реализован на узорку од 92 ученика (46 ученика у Е и 46 у К групи). Ученици Е групе су садржаје наставне теме *Троугао* реализовала применом ОРС-а, док су ученици К групе исте садржаје обрадили традиционалном наставом. Резултати истраживања су показали постојање статистички значајних разлика на финалном тесту знања у корист ученика Е групе ($t=5,017$, $\alpha=0,05$), што потврђују да се успех Е групе може приписати експерименталном фактору (примени модела ОРС-а у настави математике).

Пардањац и Радосав (2011) су испитивале ефикасност примене образовног рачунарског софтвера *САХАРИДИ* у настави хемије. Узорак истраживања је чинило 207 ученика 8. разреда основне школе. Ученици Е групе су садржаје ове наставне подтеме реализовала применом ОРС-а, док су ученици К групе исте садржаје усвајала класичном наставом. Резултати истраживања су потврдили да примена ОРС-а може: повећати васпитно-образовне ефекте у настави хемије, повећати мотивисаност ученика за учење хемије, скратити време потребно за савладавање градива, омогућити непристрасно оцењивање и позитивно утицати на трајност усвојеног градива.

Терзић и Миљановић (2009) су анализирале ефикасност примене мултимедије (применом ОРС-а) при обради наставне теме *Биологија развића животиња* у настави биологије у 3. разреду гимназије у односу на традиционалне методе рада. Остварени резултати ученика експерименталне групе на финалном тесту и ретесту су показали да су ученици лакше и ефикасније усвојили садржаје наставне теме *Биологија развића животиња* применом мултимедијалног ОРС-а и радом у паровима него традиционалном наставом и фронталним обликом рада.

Жупанец и сар. (2013) су испитивали ефективност програмираног учења уз помоћ компјутера (ПУПК), применом ОРС-а у настави биологије у 6. разреду основне школе при обради наставне подтеме Хордати у Е групи у односу на традиционални модел учења исте наставне теме у К групи. Стратифицирани случајни узорак чинило је 214 ученика. Аутори су утврдили постојање статистички значајне разлику у постигнућу ученика две групе (у корист Е групе у односу на К групу). На основу остварених резултата ученика Е групе препоручили су већу заступљеност програмиране наставе

биологије уз помоћ компјутера у основној школи са циљем повећања квалитета биолошког образовања ученика.

Сагледавајући резултате наведених истраживања, посебно из стране литературе, може се констатовати да највећи број њих недвосмислено указују на значајне предности и веће могућности примене образовног рачунарског софтвера у настави природних наука у односу на традиционално учење. Нарочито се истиче ефикасност у погледу квалитета и брзине учења, трајности и применљивости стеченог знања, а посебно у већој заинтересованости и мотивисаности ученика за усвајање наставних садржаја.

2.8. Опис развојног окружења образовно рачунарског софтвера примењеног у истраживању

Софтвер *Механизми наслеђивања* је урађен у програму Adobe Captivate 5.5., који представља тренутно водећи e-learning софтвер на свету. Када се овај програм први пут појавио служио је превасходно као алатка за прављење софтверских симулација. Данас је, међутим, то само једна од опција коју програм нуди.

За презентацију садржаја Captivate нуди могућност комплексног гранања слајдова, и у ту сврху постоји читав низ системских варијабли, варијабли које корисник може да дефинише и напредних акција које одређују понашање и даљи ток презентације. Манипулација аудио и видео фајловима као и анимацијама је крајње једноставна и истовремено пружа пуно корисних опција.

Captivate пружа могућност симулација - софтверске, хардверске, бизнис процеси, производни процеси. Овакве симулације избегавају потребу тренинга у почетним фазама, на самој опреми која је често изузетно скупа и опасна за руковање.

Captivate садржи опцију за креирање тестова знања. Поред класичних тестова где корисник треба да изабере или унесе тачан одговор, постоји могућност провере знања кроз симулације где је потребно успешно извршити одређене рутине које се очекују у реалним ситуацијама.

Програм подржава експортирање пројекта у Flash CS5 где се може додатно унапредити. То је могуће захваљујући чињеници да се Adobe Captivate практично заснива на програмском језику Action Script 3 који користи Flash. Упоредним коришћењем ова два програма могу се постићи импресивни резултати за веома кратко време.

Пројекат се може користити у различитим форматима:

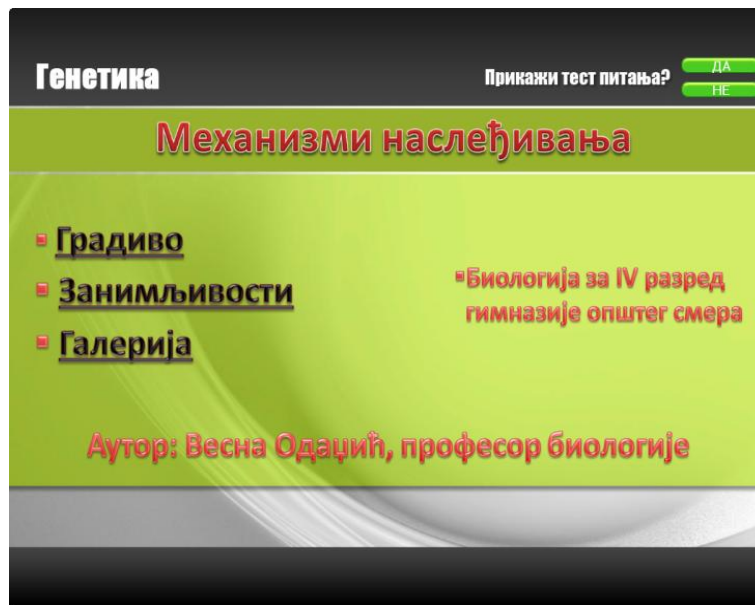
- Flash (swf)
- Windows Executable (*.exe)
- MAC Executable (*.app)
- MP4 Video (*.mp4)
- Export to PDF.

За потребе ове презентације користи се *.exe опција што омогућава да се програм независно покреће на било ком рачунару који ради под неком верзијом Windows оперативног система.

Насловна страна садржи основне информације о самој презентацији и аутору, а ту су такође и линкови ка логичким целинама као што су:

- *Градиво*,
- *Занимљивости* и

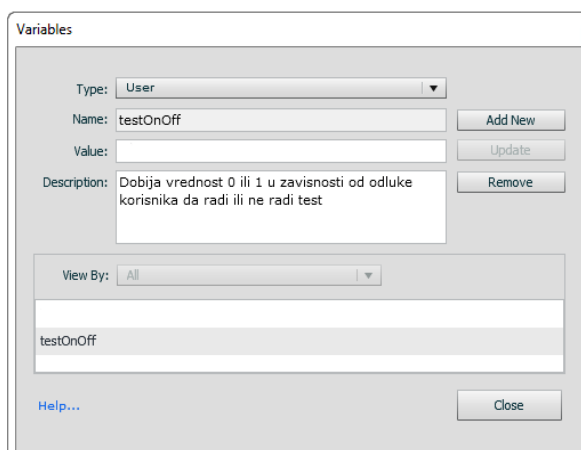
– Галерија (Слика 1.)



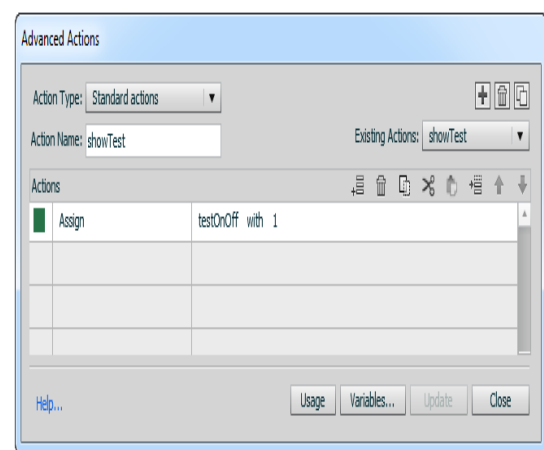
Слика 1. Насловна страна софтвера

Кликом на неки од ових хиперлинкова отвара се тражена целина.

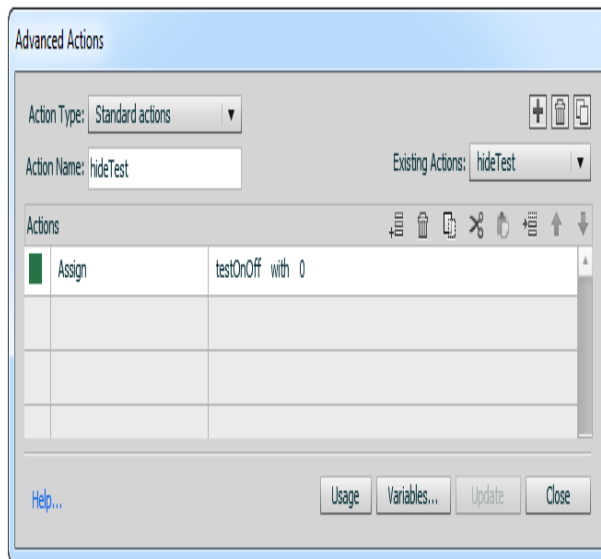
У горњем десном углу кориснику се нуди могућност да изабере да ли ће радити тест питања (Слика 1). Ако се кликне на дугме "да", након сваке лекције ће следити тест слајдови, а у случају да се изабере "не", тест слајдови ће бити невидљиви за корисника пружајући му могућност да се фокусира искључиво на градиво. Ово је постигнуто коришћењем варијабли и напредних акција. Најпре је дефинисана варијабла *testOnOff* (Слика 2). Као што се може прочитати из описа варијабле, њена вредност зависи од акције корисника. Притиском на дугме "да" варијабла *testOnOff* добија вредност 1, што се реализује преко акције *showTest* (Слика 3).



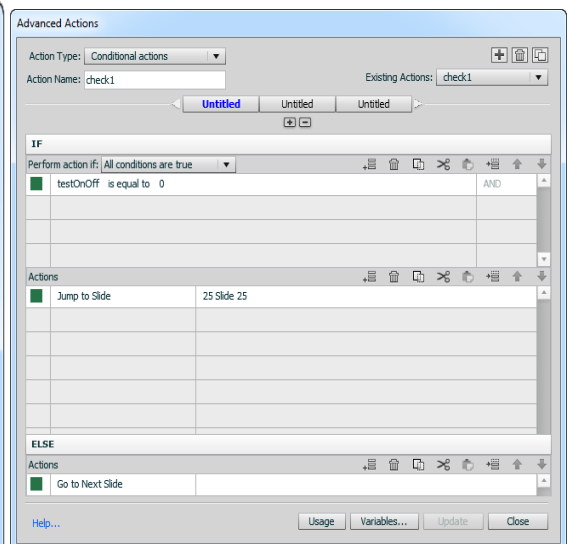
Слика 2. Дефинисање варијабле *testOnOff*



Слика 3. Приказ акције *showTest*



Слика 4. Приказ акције *hide Test*



Слика 5. Прелаз на следећи слајд

Притиском на дугме "не" варијабла *testOnOff* добија вредност 0, што се реализује преко акције *hideTest* (Слика 4).

Акције *showTest* и *hideTest* спадају у ред тзв. стандардних акција јер се користи *Assign* особина односно додељивање вредности. У стандардне акције које нуди програм убрајају се:

- Continue (настави);
- Go to Previous Slide (иди на претходни слајд);
- Go to Next Slide (иди на наредни слајд);
- Go to Last Visited (иди на последњи посматрани слајд);
- Jump to Slide (скочи на слајд);
- Show (покажи);
- Hide (сакри);
- Enable (омогућити);
- Disable (онемогућити);
- Assign (доделити);
- Open URL/File (отвори URL/File);
- Open Other Project (отвори други пројекат);
- Send Mail (пошаљи мејл);
- Execute JavaScript (изврши Java преписку);
- Expression (изрази);
- Apply Effect (додај ефекат).

Требало је обратити пажњу на могућност да корисник не притисне ни једно дугме већ настави даље са презентацијом, па је из тог разлога додељено да почетна вредност варијабле *testOnOff* буде 1. На тај начин се обезбеђује приказивање тест слајдова након сваке лекције јер корисник није изабрао другачије. Постоје и условне акције које се заснивају на основним принципима логике, и оне су последица избора који се праве током презентације.

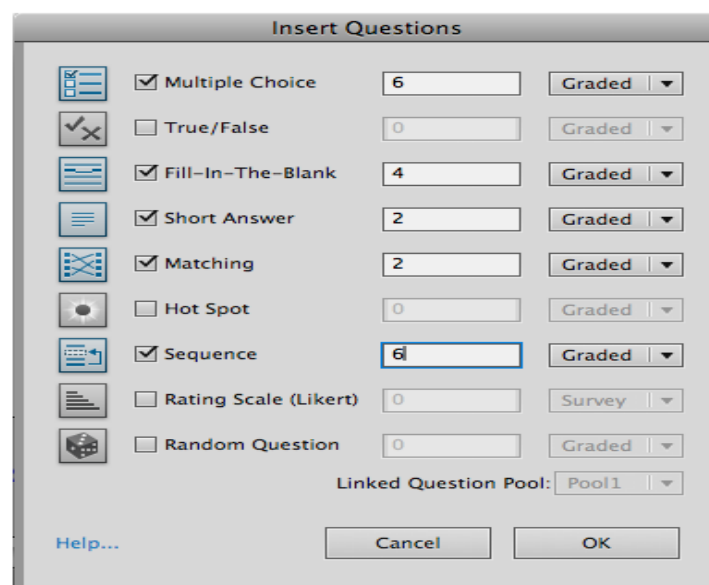
check1(провери1): **IF** (ако) (*testOnOff* is equal to 0; тест укључен/искључен једнак 0) **Jump to Slide 25** (Иди на слајд 25), **ELSE** (у противном) **Go to Next Slide** (иди на наредни слајд).

Логика иза ове акције је следећа: ако је варијабла *testOnOff* једнака 0 значи да је корисник одлучио да искључи тест питања па се извршава акција *Jump to Slide 25* односно скаче се на слајд 25. На тај начин се прескачу тест слајдови за прву област и наставља се са градивом. Ако је *testOnOff* различито од нуле (у нашем случају то је вредност 1) значи да је корисник одлучио да ради тест и извршава се *Go to Next Slide* односно иде се на следећи слајд који садржи питање (Слика 5).

Остале условне акције су назване *check2*, *check3...check11* и реализоване су идентично као горе описана са једином разликом што се врши „скакање” на различите слајдове.

Један од главних разлога велике популарности програма Adobe Captivate је крајње једноставно креирање тестова па се врло лако обичне презентације претварају у интерактивне апликације за учење и проверу стеченог знања.

Важно је напоменути да је до пре неколико година ово било могуће постићи једино познавањем програмирања што је свакако била главна препрека за његову широку употребу. Данас свако може савладати овај програм и успешно га користити. Крива учења јесте знатно тежа него код програма сличне намене, али су зато и крајњи резултати неупоредиво бољи. На Слици 6 виде се типове питања које програм подржава



Слика 6. Типови питања на тесту датих на слајдовима

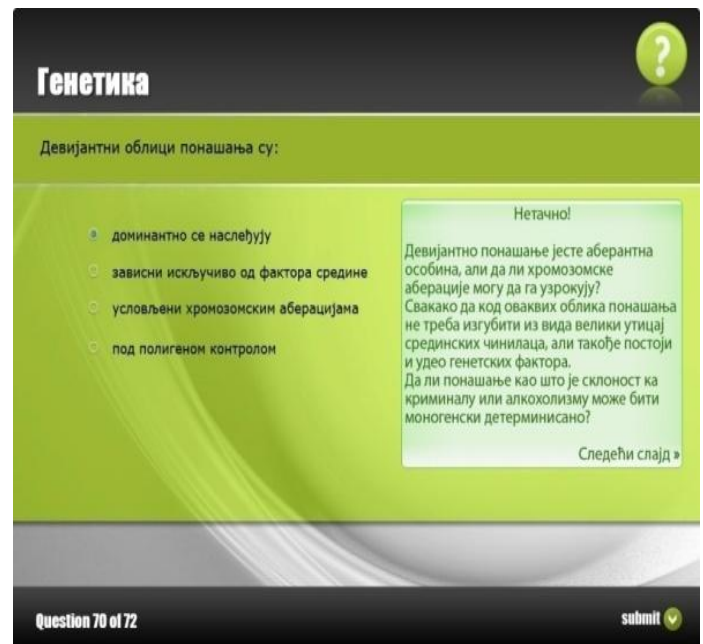
Тест слајдови се могу интегрисати било где у презентацији, а посебно је захвална опција аутоматске измене редоследа понуђених одговора, па се након сваког укључивања програма добијају нове варијације. На тај начин се постиже квалитетније искуство тестирања и отежава могућност учења тачних одговора напамет. Свако питање може носити одређен број бодова у зависности од тежине, али постоје ситуације када се питања не бодују већ служе искључиво у сврху анкете или истраживања. Дизајн тест слајдова у презентацији је минимално модификован у односу на слајдове које садрже градиво ради лакшег визуелног распознавања. У горњем десном углу је додат симбол знака питања, а у доњем левом углу се налази информација о томе које је питање по реду активно и колико има укупно питања.

Најчешће употребљавана врста питања је *true/false* (тачно/погрешно) са вишеструким понуђеним одговорима. Такође су коришћени *fill in the blank* (упиши

одговор) као *i matching* (спајање тачних одговора) *Short answer* (кратак одговор), *Sequence* (поређај одговарајућим редоследом). Након што се одговори на питање и кликне на дугме *submit* (*поднеси, изнеси одлуку*) долази до одређене повратне информације која зависи од тачности изабраног одговора. Притиском на дугме *submit* пре него што се изабере одговор програм ће вас обавестити да морате да одговорите на питање како бисте наставили даље са презентацијом. Ако корисник одговори тачно апликација ће му то и потврдити (Слика 7). У случају да је одговор нетачан, порука може садржати кратко образложење како би се одмах увидела и меморисала грешка (Слика 8). Ово је много практичније решење него да се на самом крају теста понуде сви тачни одговори јер је у датом тренутку корисник фокусиран само на једно питање.



Слика 7. Потврда тачног одговора у тест слајду



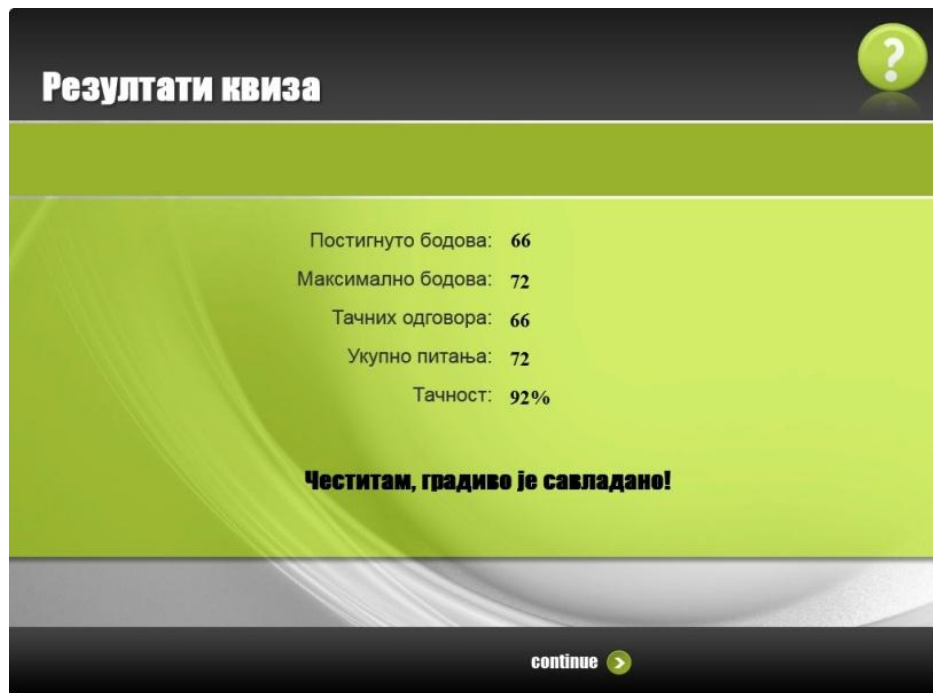
Слика 8. Додатно објашњење које софтвер пружа у случају погрешног одговора

Овакав систем тестирања је изузетно функционалан и широко је рапрострањен у западно европским земљама као један од ефикаснијих помагала приликом учења, како у школству тако и у пословном окружењу. Људи које праве презентације су сада у могућности да без додатног знања програмирања, у кратком временском року креирају моћне интерактивне презентације.

Након одговора на последње питање следи слајд (Слика 9) са резултатима који садржи следеће информације:

- број постигнутих бодова
- максималан број бодова
- број тачних одговора
- укупан број питања
- успешност у процентима

Границу за пролазност одређује аутор софтвера, и она је у овом случају била 60%.



Слика 9. Резултати теста

Опис интерфејса софтвера *Механизми наслеђивања*

Софтвер *Механизми наслеђивања* је припремљен за ученике експерименталне (Е) групе као замена за уџбеник током обраде садржаја из биологије у четвртој разреду гимназије за потребе педагошког истраживања за израду ове докторске дисертације. Софтвер је конципиран тако да га и ученици без претходног искуства у раду са рачунаром могу користити без проблема. Поред основног дела, софтвер садржи и уводна предавања, вежбе и завршни тест из генетике.

Градиво - има свој насловни слајд (Слика 1) и садржај ка хиперлинковима сваке наставне јединице (Слика 10). Кликот на одређени хиперлинк отвара се тражена наставна јединица (Слика 12, 13, 14, 15 и 16). У оквиру градива уврштене су и анимације које приказују дихибридно наслеђивање (Слика 11). Након сваке наставне јединице следи тест. Тест садржи различите врсте питања и проблемских задатака: тачно/нетачно, вишеструки избор – један одговор, питања са вишеструким понуђеним одговорима, упиши тачан одговор, спој суд и појам. Питања и задаци су у складу са принципом индивидуализације наставе, структурирани на три нивоа сложености: ниво знања чињеница, ниво разумевања појмова и ниво анализе и резоновања. Прва група питања обухвата питања која захтевају најнижи квалитет знања – препознавање. Ово су уједно и најлакша питања у тестовима која омогућавају активно учешће ученика са слабијим претходним знањем. То су питања типа: *Тачно/Нетачно* и *Вишеструки избор - један одговор*. Другу групу питања чине сложенија питања и задаци у којима се захтева виши ниво знања (разумевање биолошких појмова и процеса). Решавање питања овог нивоа захтева од ученика да на основу претходног знања и искуства сами формулишу одговор (питања типа *Упиши тачан одговор*) или да одговарајуће биолошке појмове споји са одговарајућим објашњењем (питања типа *Повежи појам и објашњење*). Трећу групу питања чине питања и задаци највишег нивоа сложености која захтевају и највиши ниво знања (ниво анализе и резоновања). Овај ниво захтева од ученика увиђање узрочно-последичних веза међу појавама и процесима, интелектуални

напор и примену знања у новим ситуацијама. Решавањем питања и задатака овог нивоа унапређује се знање ученика. Након што ученик одговори на питање (било ког нивоа сложености), он добија повратну информацију о тачности свог одговора. Повратна информација је дата у виду текста. У случају позитивне повратне информације дати су коментари (*Супер знаш, Браво, Одлично напредујеш, Само тако настави, и сл.*), који делују као позитивно поткрепљење и мотивишу ученика за даљи рад и напредак. Уколико одговор није тачан (Слика 8), коментари (*Жао ми је, Размисли још мало, Сигурна сам да знаш тачан одговор и сл.*) негативног поткрепљења су пажљиво одабрани и нису престроги. Поред тога ученик добија допунске информације које му могу помоћи да дође до тачног одговора. Повратна информација мора да буде стално присутна, прецизна, јасна и разумљива за ученика. Захваљујући перманентној и правовременој повратној информацији учење путем ОРС-а постаје ефикасније у поређењу са традиционалном наставом у којој наставник није у стању да истовремено пружи благовремену повратну информацију већем броју ученика, нити може да има увид у то колико и како је сваки ученик савладао предвиђено наставно градиво. Посебна погодност у тестовима је могућност аутоматске измене редоследа понуђених одговора, јер програм сваки пут даје нове варијације одговора. На тај начин се спречава механичко учење и преписивање (сваки ученик на свом рачунару има различите комбинације одговора). Свако питање, у зависности од тежине носи одређен број поена, а по завршетку теста ученик се обавештава о успешности рада (Слика 9). Сви тестови имају укупно 72 питања.



Слика 10. Наставне јединице обухваћене наставном темом Механизми наслеђивања



Слика 11. Анимација дихибридног наслеђивања

Генетика

МОНОХИБРИДНО УКРШТАЊЕ

Укрштање у којем се кроз генерације прати само једна особина, с алтернативним облицима .

- АА – жуто зрно
- аа – зелено зрно
- П: АА х аа

Правило растављања

Слободно комбиновање

Ф1: Аа Аа Аа Аа
(100% униформности)

Аа х Аа

Ф2: АА Аа Аа аа

Фенотипски однос 3:1
75% : 25%

Слика 12. Слајд у наставној јединици *Правила наслеђивања*

Генетика

Брахидактилија

брахидактилија - скраћени прсти је прво својство човека за које је 1905. године утврђено да се наслеђује по Менделовим правилима.

брахидактилија :Аа нормална особа :аа

аа	Аа	А	а
а	Аа	Аа	аа
а	Аа	Аа	аа

Слика 13. Слајд у наставној јединици *Типови наслеђивања особина (моногенско наслеђивање)*

Генетика

КОМПЛЕМЕНТАРНОСТ

Детерминација боје цвета код биљке *Lathyrus*, зависи од два гена. Када су оба активна цвет је љубичасте боје, а када је један ген неактиван цвет је бео.

П: ААББ х аабб

Ф1: АаБб

Ф2: 9 А-Б- : 3 А-бб : 3 ааб- : 1 аабб

Фенотипски однос 9:7

Слика 14. Слајд у наставној јединици *Типови наслеђивања особина (полигенско наслеђивање)*

Генетика

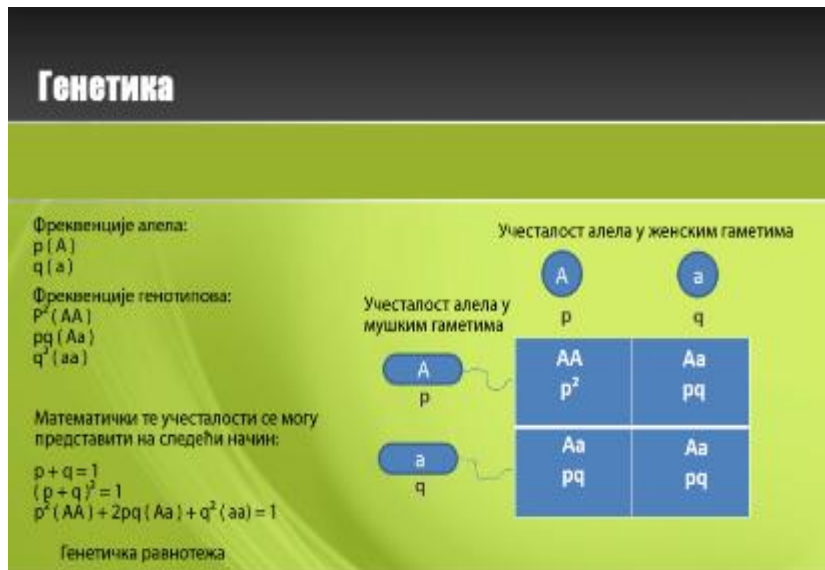
Наслеђивање ћелавости код људи

- Y хромозом се веома разликује од свог "пара", X хромозома: знатно је мањи, садржи мали број гена и показује само мале сличности у редоследу нуклеотида.
- Рецесивни алел на, X хромозому испољава се код мушког пола.

• X везане особине никада се не преносе по мушкој линији (са оца на сина), малобројне Y везане особине преносе се само са оца на сина.

1) Уилс Ланге (1735-1826) 2) Џон Кларкс Ланге (1747-1848) 3) Чарлс Френсис Ланге (1887-1896)

Слика 15. Слајд у наставној јединици *Хромозомска основа наслеђивања*



Слика 16. Слајд у наставној јединици *Популациона генетика*

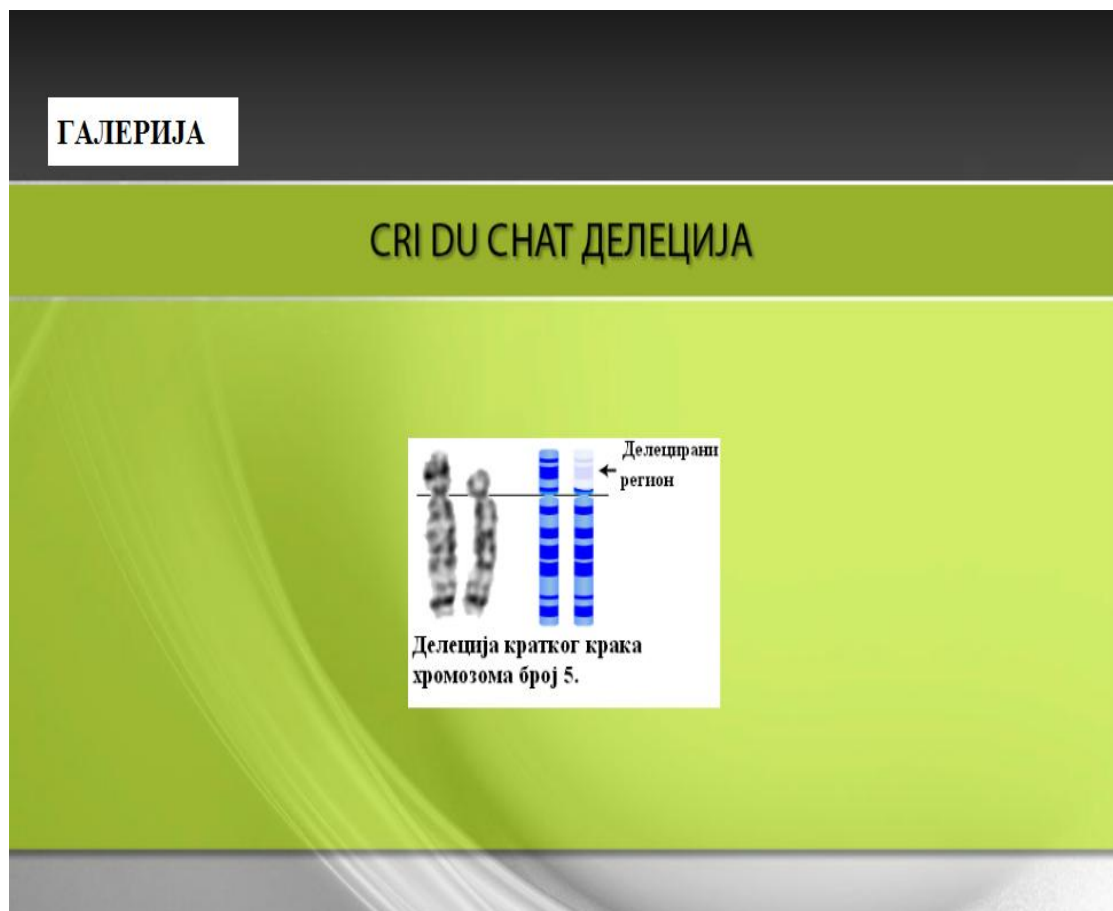
Занимљивости (Слика 17) садрже 13 слајдова који служе за проширивање основних знања из генетике. Теме које су обрађене у овом делу су: *Историјат савремене генетике, Откриће ДНК молекула, Родословно стабло, Муцање је у генима, Недостаје ми део ДНК, зато сам дебео, Откривен је ген за дуговечност, Ген за ћелавост исти код људи и мишева, Алкаптонурија, Учесталост појаве наследних болести, Генетски модификовани организми и Срећа је питање генетике.*



Слика 17. Занимљивости из генетике

Галерија садржи 129 слика и схема. Поред слика које се налазе у софтверу, она обухвата и друге нове, ученицима непознате слике које се односе на наставно градиво (Слика 18). Слике су преузете са следећих сајтова:

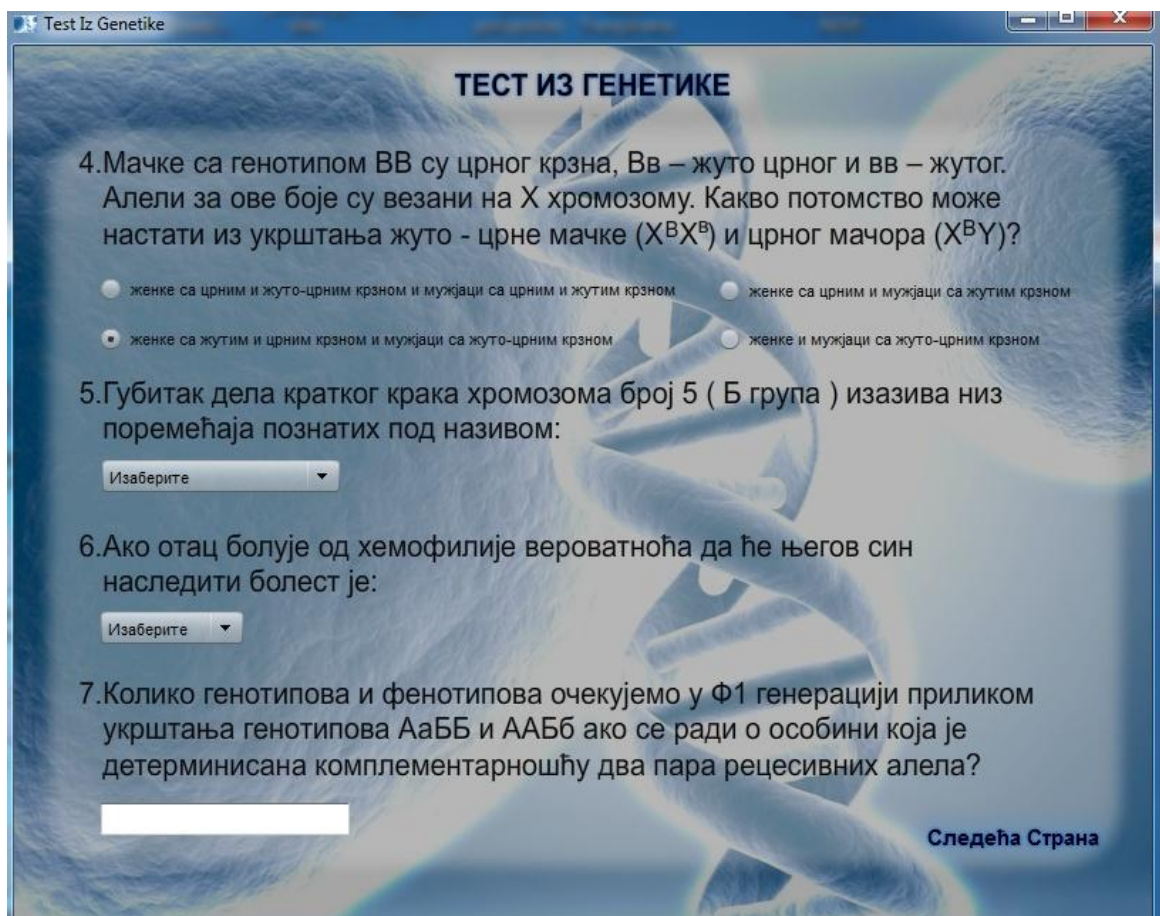
<http://www.howstuffworks.com/index.htm>,
<http://web.mit.edu/esgbio/www/>,
<http://www.learner.org/channel/courses/biology>,
www.enature.com,
www.nlm.nih.gov/medlineplus/encyclopedia.html,
<http://www.kumc.edu/gec/resource.html>,
<http://learn.genetics.utah.edu/>,
<http://www.colostate.edu/programs/lifescience/TransgenicCrops/>,
<http://biology.clc.uc.edu/courses/Bio105/geneprob.htm>,
www.carnet.hr/,
<http://www.bionet-skola.com/w/Biologija>



Слика 18. Галерија

Све слике, схеме и фотографије су обрађене и преведене на српски језик, обележене и потписане ћириличним писмом.

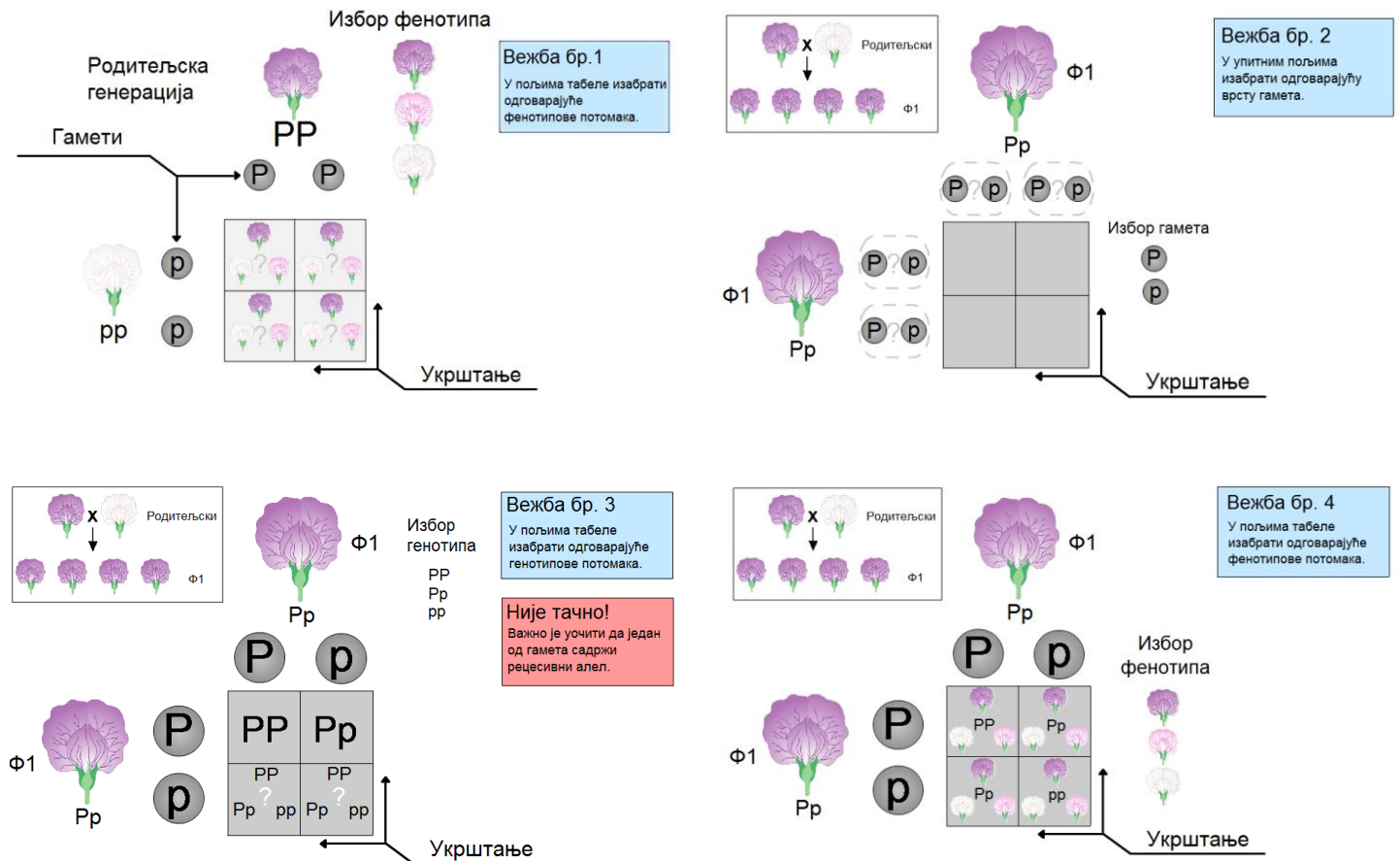
Завршни тест из генетике (Слика 19) обухвата питања за проверу комплетног градива из наставне теме Механизми наслеђивања. Тест садржи 16 питања и задатака. Врсте питања у тесту су: вишеструки избор, изаберите тачан одговор и упишите тачан одговор. Ученик не може да пређе на наредни слајд теста уколико није одговорио на сва питања са претходне слајда. На последњем слајду теста стоји опција *види резултате*. Резултати обавештавају ученика о проценту успешности на тесту и анализу грешака у његовим одговорима. Тест је намењен самосталној провери знања ученика. Уколико ученик није задовољан постигнутим резултатима може поново да пређе градиво (или део градива) и након тога понови тестирање. Тест је урађен у Flash софтверском пакету и не захтева претходну инсталацију већ је спреман за коришћење одмах по учитавању са CD-а.



Слика 19. Завршни тест из генетике

Вежбе (Слика 20) су урађене као интерактивне анимације са туторијалом и задацима које ученик треба да реши. *Прва вежба (Детерминација фенотипа)* се односи на избор фенотипа при укрштању. Уколико ученик тачно реши проблем, програм га обавештава да је успешно савладао задатак и упућује га на другу вежбу. Уколико ученик погрешно, он аутоматски добија информацију о грешци и допунска упутства која ће му помоћи да правилно реши проблем. *Друга вежба (растављање гена на алеле у гаметима)* се односи на растављање наследних фактора на гамете. Уколико током решавања проблема дође до грешке, програм га обавештава о томе и даје допунске информације које ће га усмерити да успешно савлада проблем. Након правилно урађеног задатка ученик се упућује на следећу вежбу. *Трећа вежба (Детерминација*

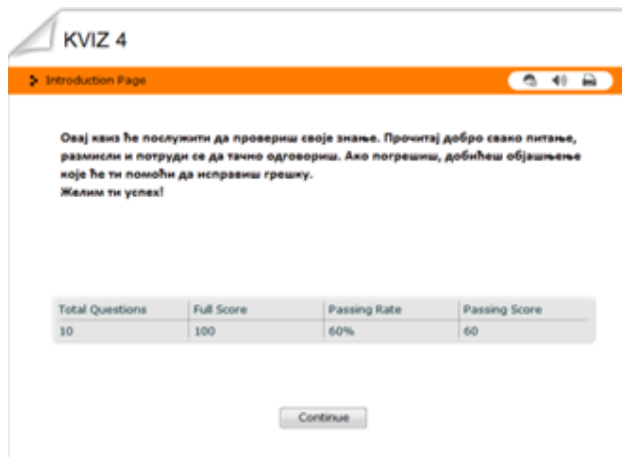
генотипа) се односи на избор генотипова. Ученик има задатак да изабере одговарајући генотип и постави га на одговарајуће место у табели. При решавању проблема ученик перманентно добија повратну информацију о успешности свог рада. *Четврта вежба (Детерминација фенотипова потомака)* се односи на избор фенотипова потомака у Ф2 генерацији. Ученик на основу родитељских генотипова треба да одабере фенотипове потомака. Као и у претходним вежбама постоји повратна информација и помоћ при раду.



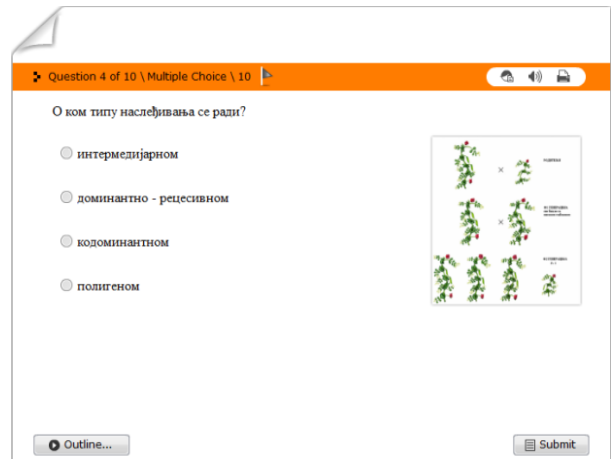
Слика 20 Вежбе из монохибридног наслеђивања

Уводно предавање (које претходи свакој лекцији) је креирано у виду квиза. На почетној страни квиза (Слика 21) налазе се опште информације о броју питања, максималном броју поена које ученик може да оствари, као и минималном броју поена за пролазност. Квиз садржи различите типове питања и задатака (Слике 22, 23, 24, 25) као што су: *Тачно/Нетачно (True/False)*, *Вишеструки избор - један одговор (Multiple Choice Single Answer, MCSA)*, *Вишеструки избор - вишеструки одговор (Multiple Response)*, *Уметање израза или бројева (Fill-in expressions or numbers)*, *Вишеструко уметање израза (Multiple Fill-ins expressions)*, *Спајање суда и појма (Matching)* и *Поређај одговарајућим редоследом (Sequence)*. Поменути питања као и у делу ОРС-а под називом Градиво, диференцирана на три нивоа сложености: ниво познвања чињеница, ниво разумевања помова и ниво анализе и резоновања. Ученик мора да одговори на свако питање и након што унесе одговор притиском на дугме *submit* (известити) долази до одређене повратне информације која зависи од тачности изабраног

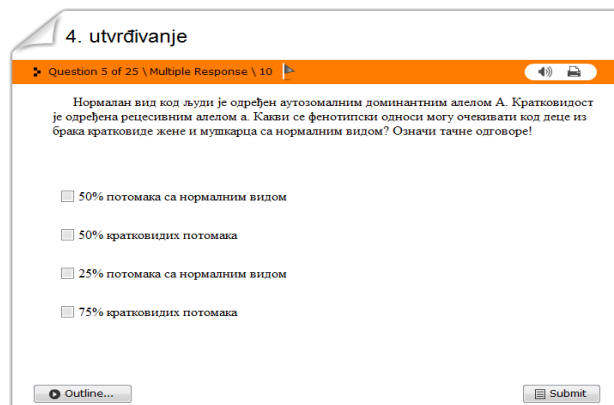
одговора. Апликација потврђује ученику тачност или нетачност одговора, након чега ученик може да пређе на следеће питање. По завршетку квиза (Слика 26) ученик добија информацију о укупном броју бодова које је могуће освојити, бодовима који су потребни за пролазност, освојеном броју бодова, временском трајању тестирања као и коментар о успешности тестирања. Уколико ученик жели поново да прегледа квиз и да види на која је питања тачно одговорио, а на која није апликација му то омогућава притиском на дугме *Review* (Преглед).



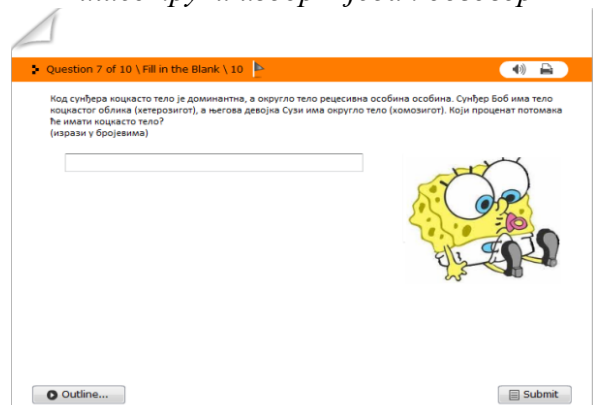
Слика 21. Почетна страна квиза



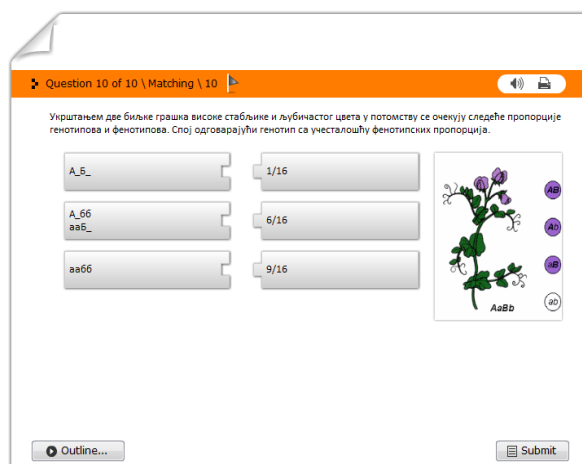
Слика 22. Задатак типа Вишеструки избор – један одговор



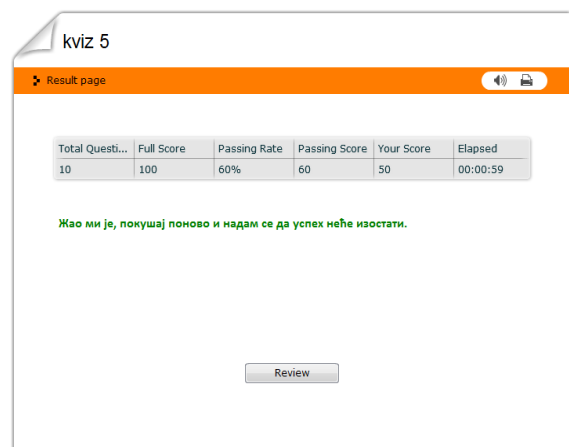
Слика 23. Задатак типа Вишеструки избор – вишеструки одговор



Слика 24. Задатак типа Уметање израза или бројева



Слика 25. Задатак типа Спајање суда и појма



Слика 26. Завршна страна квиза

Изработом образовног рачунарског софтвера за реализацију наставне теме *Механизми наслеђивања* за IV разред гимназије општег смера *реализован је први задатак истраживања*.

2.9. Методичка упутства за обраду садржаја наставне теме *Механизми наслеђивања* у експерименталној и контролној групи

Пре реализације педагошког истраживања извршене су детаљне припреме наставника и ученика експерименталне и контролне групе с циљем што успешније и квалитетније реализације наставне теме *Механизми наслеђивања* у гимназији.

2.9.1. Припрема наставника

За успешну организацију и извођење педагошког истраживања била је неопходна стручна и методичка оспособљеност наставника. Припрема наставника за реализацију наставе у одељењима експерименталне и контролне групе састојала се у следећем:

- проучавање стручне литературе за реализацију наставне теме *Механизми наслеђивања*;
- проучавање методичке литературе – избор одговарајућих наставних модела, метода и облика рада
- израда писаних припрема за обраду наставних јединица из наставне теме *Механизми наслеђивања* у Е и К групи;
- израда образовног рачунарског софтвера са за обраду наставне теме *Механизми наслеђивања* у Е групи;
- израда наставних и евалуационих листића;
- израда контролних задатака.

2.9.2. Припрема ученика

Поред припреме наставника, пре почетка педагошког истраживања извршена је и одговарајућа припрема ученика експерименталне групе. Ученицима је објашњена суштина истраживања у коме ће учествовати.

Припрема ученика Е групе се састојала од:

- договора са ученицима о начину реализације наставне теме *Механизми наслеђивања*;
- упознавања са структуром образовног рачунарског софтвера који садржи: све наставне јединице из наставне теме *Механизми наслеђивања*, уводна предавања, тестове, вежбе и финални тест за систематизацију градива ове наставне теме.

Знање ученика Е групе из наставног предмета Информатика и рачунарство била су довољна за коришћење ОРС-а *Механизми наслеђивања* током обраде ове наставне теме из биологије.

2.9.3. Преглед етапа коришћења образовно рачунарског софтвера на часовима биологије у експерименталној групи ученика

За реализацију педагошког истраживања (за извођење наставе биологије у Е групи) израђен је образовни рачунарски софтвер *Механизми наслеђивања*, који је био замена за уџбеник биологије који су користили током реализације претходних наставних тема аутора Цветковић и сар., 2008. Детаљна структура ОРС-а је приказана у потпоглављу 2.8. у опису његовог интерфејса.

Ток часова у експерименталној групи се састојао од неколико етапа:

КОРАК 1. Покретање ОРС-а и решавање квиза

У *уводном делу часова обраде новог градива* наставних јединице теме *Механизми наслеђивања* наставник даје кратко упутство за покретање и употребу образовног софтвера. Пошто су рачунари умрежени покретањем софтвера на наставничком рачунару, аутоматски се покреће софтвер и на ученичким рачунарима. Наставник даје основне информације о софтверу, објашњава његове целине и начин употребе. Након тога саопштава ученицима да отворе *Уводно предавање* које садржи питања и задатке за обнављања претходно стеченог знања, које је релевантно за разумевање наставне јединице која се обрађује на датом часу. Сваки ученик индивидуално решава квиз, а наставник прати рад ученика и помаже им у решавању евентуалних нејасноћа и техничких проблема. Успешно урађен квиз је предуслов за приступ обради новог градива дате наставне јединице.

КОРАК 2. Усвајање градива конкретне наставне јединице која се обрађује на часу

У *основном делу часа* следи обрада и усвајање садржаја дате наставне јединице.

Сваки ученик бира опцију „*Прикажи тест питања*“. Након тога се на насловном садржају отвара *Градиво* које левим кликом миша отвара списак од 11 наставних јединица које обухвата наставна тема *Механизми наслеђивања*. Када се ученику отвори слајд са списком лекција, одабира наставну јединицу која је предвиђена за обраду на датом часу. У почетку наставник прелази слајдове заједно са ученицима да их подстакне на рад, а затим ученици самостално савлађују градиво. Сврха презентационог дела часа јесте да мултимедијални приказ употпуни перцепцију градива и олакша је, јер је врло велики број утисака које ученик прима визуелним путем. Ученик се сам креће кроз градиво, дуж се задржава на деловима који га више занимају, има могућности да сазна више него што је програмом предвиђено, а може и да провери своје знање. Док ученици раде самостално на рачунарима, наставник на свом рачунару прати рад сваког ученика. Уколико се појави технички проблем, наставник обилази ученике и помаже им у њиховом отклањању.

КОРАК 3. Израда Теста

Након обраде наставне јединице и усвајања нових садржаја, следи трећи корак који се односио на самосталну проверу знања комплетне наставне јединице решавањем *Теста*. Након сваког решеног задатка у Тесту ученик добија информацију о исправности одговора. Без обзира на тачност решеног задатка ученик аутоматски прелази на решавање следећег задатка, то јест, нема могућност исправке. Уколико ученик погрешно одговори на питање апликација му саопштава да одговор није тачан и пружа додатно објашњење. У случају тачног одговора ученик добија повратну информацију уз коментар: *Браво, Сјајно си то савладао, Само тако настави...* Овај

поступак се понавља до краја теста када се ученику приказује укупан број прикупљених бодова на тесту из обрађене наставне јединице.

КОРАК 4. Прегледање Галерије и читање Занимљивости

Четврти корак на сваком часу обраде градива је прегледање Галерије и читање *Занимљивости*. Ученици гледају још једном слике које прате градиво, али и нове слике које се не налазе у одељку Градиво. На овај начин ученици могу да уоче сличности и разлике приликом наслеђивања и варијабилности особина код различитих група организама, као и да анализирају приказе хромозомских аберација и схеме наслеђивања моногенских и полигенских особина. Читањем занимљивости ученици могу да прошире постојеће знање новим и интересантним открићима у домену генетике.

КОРАК 5. Дискусија

У *завршном делу* часа наставник прекида рад ученика на рачунару, без обзира на корак до којег су они стигли и води дискусију са њима. Постављањем проблемских питања и задатака наставник сагледава степен усвојености и разумевања обрађене наставне јединице. По потреби на самом крају наставног часа, наставник даје домаћи задатак.

Детаљна упутства — писане припреме за реализацију наставних часова применом образовног софтвера у експерименталној групи и традиционалном наставом у контролној групи ученика, дате су у Прилогу (Прилог 7.4.; Прилог 7.5.).

Реализацијом наставног садржаја применом ОРС-а запажено је велико интересовање ученика за овакав вид наставе биологије. Наставни часови у експерименталној групи текли су без икаквих проблема. Неки ученици су напредовали брже, неки спорије од других чиме је остварен принцип индивидуализације у настави. Запажено је да ученици који раније нису показивали интересовање за биологију постају веома активни и мотивисани за учење.

3. МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Проблем и предмет истраживања

Кључни проблеми образовања у основним и средњим школама у Републици Србији су: предимензионирани наставни програми, недовољна активност ученика у настави, немогућност њиховог напредовања индивидуалним темпом у складу са предзнањима и објективним способностима, недовољна интеракција између самих ученика, као и ученика и наставника... Ови проблеми значајно смањују мотивацију ученика за учењем, а самим тим су и њихова постигнућа из појединих наставних предмета, и нарочито из природних наука слабија.

Педагошка наука непрекидно трага за новим решењима која ће довести до повећања квалитета и ефикасности наставног процеса и процеса учења. Настава се тако континуирано осавременава и унапређује у свим земљама широм света у складу са њиховим материјалним и другим могућностима и степеном укупног развоја. Модернизација наставе у савременом добу, подразумева и њено унапређење коришћењем информационо–комуникационих технологија (ИКТ). Једна од могућности за унапређење наставе је коришћење образовног рачунарског софтвера у реализацији наставних садржаја из биологије и других природних и друштвених наука на свим нивоима образовања.

Садржаји наставног програма биологије у свим разредима гимназије различитих смерова су обимни и комплексни. У сваком разреду се реализују садржаји из неколико биолошких дисциплина који су приказани у оквиру посебних наставних тема. У наставном програму биологије у гимназији општег типа број часова и распоред биолошких дисциплина по разредима је следећи:

У **првом разреду** (2 часа недељно, 74 часа годишње, 13 вежби), наставне теме:

- Основи цитологије (20 часова).
- Морфологија, систематика и филогенија нижих биљака (20 часова).
- Морфологија, систематика и филогенија виших биљака (34 часа).

У **другом разреду** (2 часа недељно, 70 часова годишње, 11 вежби), наставне теме:

- Физиологија биљака (28 часова)
- Морфологија и систематика животиња (42 часа).

У **трећем разреду** (2 часа недељно, 72 часа годишње, 8 вежби), наставне теме:

- Физиологија животиња (72 часа).

У **четвртном разреду** (2 часа недељно, 64 часа годишње, 4 вежби) наставне теме:

- Основи молекуларне биологије (10 часова).
- Биологија развића животиња (14 часова).
- Механизми наслеђивања (15 часова).
- Екологија, заштита и унапређивање животне средине (16 часова) .
- Основни принципи еволуционе биологије (9 часова), (Службени гласник РС Србије – Просветни гласник, бр. 3, 1991 и бр. 4, 2001).

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, нарочито ако се има у виду значај биологије у образовању савременог човека и примена биолошких знања у реалном животу.

Наставна тема *Механизми наслеђивања* изучава се у IV разреду гимназије општег типа. Њени садржаји представљају саму суштину живота и веома су значајни за биолошку науку и наставу, због чега је важно да их ученици правилно разумеју и усвоје. То су садржаји о: организацији и механизмима преношења генетичког материјала, основним правилима и типовима наслеђивања, променама генетичког материјала, генским мутацијама, хромозомским аберацијама, квантитативним особинама и наследности и варирању особина код људи, животиња и биљака. Обрада ове наставне теме у наставној пракси је за ученике гимназије тешка, јер су њени садржаји за ученике апстрактни.

Проблем истраживања докторске дисертације је проналажење ефикаснијег наставног модела обраде наставне теме *Механизми наслеђивања* у гимназији општег смера, који ће учење садржаја ове наставне теме приближити ученицима тако да им они буду лакши за разумевање и усвајање.

Предмет емпиријског истраживања је израда ОРС-а за обраду наставне теме *Механизми наслеђивања* и његова примена у настави биологије у гимназији општег смера, а затим анализа ефикасности његове примене у односу на традиционалну наставу.

3.2. Циљ и задаци истраживања

Реализација наставне теме *Механизми наслеђивања* у гимназији одвијала се применом два различита модела наставе у две групе ученика: образовног рачунарског софтвера у експерименталној групи и традиционалном наставом у контролној групи.

Циљ истраживања је био да се утврди да ли се применом ОРС-а у настави биологије у гимназији постижу бољи ефекти усвајања комплексних биолошких садржаја, уз досезање виших нивоа квантитета и квалитета знања и позитивних ставова ученика.

Оствареност циља истраживања и постигнутих ефеката сагледана је: поређењем постигнућа ученика Е групе на тестовима знања (финалном тесту и ретесту) у односу на постигнуће ученика К групе применом одговарајућих статистичких параметара, као и анализом ставова ученика експерименталне групе, након релизованих часова биологије.

На основу циља истраживања формулисани су следећи **задаци** истраживања:

1. Израдити образовни рачунарски софтвер за реализацију наставне теме *Механизми наслеђивања* у IV разреду гимназије општег смера.
2. Саставити тестове за објективну проверу знања ученика Е и К групе: иницијални и финални тест (који је истовремено и ретест) са задацима на три когнитивна нивоа: ниво I – познавање чињеница, ниво II – разумевање појмова и ниво III – анализа и резонување тј. примена знања).
3. Уједначити експерименталну (Е) и контролну (К) групу ученика на почетку педагошког истраживања на основу: општег успеха и успеха ученика из биологије на крају III разреда гимназије.
4. Уједначити Е и К групу ученика на почетку педагошког истраживања на основу резултата иницијалног теста знања (на сва три когнитивна нивоа и на тесту у целини).
5. Утврдити да ли постоје статистички значајне разлике 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.

6. Утврдити да ли постоји повезаност између општег успеха ученика, успеха ученика из биологије на крају трећег разреда гимназије и успеха ученика на финалном тесту знања.
7. Утврдити да ли постоје статистички значајне разлике у постигнућу ученика Е и К групе на ретесту (на сва три когнитивна нивоа и на тесту у целини), 30 дана након реализације педагошког истраживања.
8. Анализирати промене у постигнућу ученика Е и К групе од иницијалног теста преко финалног теста до ретеста.
9. Анализирати ставове ученика Е групе о наставном предмету биологија.
10. Анализирати ставове ученика Е групе о ранијим часовима биологије (пре примене ОРС-а у овој групи).
11. Анализирати ставове ученика Е групе о садржајима наставне теме Механизми наслеђивања.
12. Анализирати ставове ученика Е групе о учењу биологије применом ОРС-а Механизми наслеђивања.
13. Анализирати ставове ученика Е групе о квалитету ОРС-а Механизми наслеђивања коришћеног током педагошког истраживања.
14. Анализирати ставове ученика Е групе о разумевању појмова и процеса применом ОРС-а Механизми наслеђивања у настави биологије.
15. Анализирати мишљења ученика о реализацији наставне теме Механизми наслеђивања применом ОРС-а.
16. Анализирати ставове ученика Е групе о најефикаснијем начину учења биологије.
17. Испитати да ли постоји корелација између појединих контекстуалних варијабли ученика Е групе (*повезаности општег става ученика о квалитету ОРС-а и остварених резултата на финалном тесту знања*).

3.3. Хипотезе истраживања

Наставна тема *Механизми наслеђивања* је изузетно комплексна и важна и као таква је репрезентативна за истраживање укупне ефикасности наставе биологије применом ОРС-а.

У истраживању се пошло од *главне хипотезе* која гласи:

Примена ОРС-а током обраде наставне теме *Механизми наслеђивања* у експерименталној групи имаће статистички значајан утицај на повећање ефикасности наставе биологије у овој групи у односу на К групу.

У истраживању су дефинисане и следеће *хипотезе*:

Х1 Очекује се да ће ученици Е групе остварити значајно боље резултате на финалном тесту знања, на сва три когнитивна домена (познавање чињеница, разумевање појмова и анализа и резоновање), као и на финалном тесту у целини, у односу на ученике К групе.

Х2 Очекује се да ће ученици Е групе остварити значајно боље резултате на ретесту знања, на сва три когнитивна домена као и на ретесту у целини, у односу на ученике К групе.

Х3 Очекује се постојање корелације између ставова ученика Е групе о примени ОРС-а у настави биологије и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту.

Х4 Очекује се постојање корелације између ставова ученика Е групе о квалитету ОРС-а и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту.

X5 Очекује се да ће ученици Е групе имати позитивне ставове о примени ОРС-а. Механизми наслеђивања у настави биологије у гимназији и показати већу заинтересованост и мотивисаности за учење биологије уз помоћу рачунара и ОРС-а.

3.4. Методе, технике и инструменти истраживања

3.4.1. Методе истраживања

У изради докторске дисертације коришћен је комбиновани методолошки приступ. Примењене су: метода теоријске анализе, дескриптивна метода и метода педагошког експеримента са паралелним групама.

Метода теоријске анализе и *дескриптивна метода* примењене су у теоријском делу рада за утврђивање: предмета, циљева и задатака истраживања, формулисање хипотеза истраживања, анализу литературе, прикупљање, обраду и интерпретацију резултата истраживања. Овом методом је обрађена и педагошка документација:

- наставни план и програм биологије за четврти разред гимназије општег смера;
- уџбеник биологије за четврти разред гимназије општег смера;
- глобални и оперативни планови рада наставника;
- писане припреме наставника за непосредан образовно-васпитни рад;
- избор узорака ученика четвртог разреда за експерименталну и контролну групу;
- општи успех и успех ученика из биологије на крају трећег разреда гимназије у експерименталној и контролној групи;
- утврђено је време провођења педагошког експеримента;
- одабране методе, експериментални фактори и модели истраживања;
- одабрани инструменти и технике истраживања.

У оквиру педагошког експеримента примењена је експериментална метода са паралелним групама – експерименталном (Е) и контролном (К) групом и упоређена је ефикасност примене ОРС-а у настави биологије у гимназији у односу на традиционалну наставу.

3.4.2. Технике истраживања

Анкета за ученике експерименталне групе

Након извршеног финалног тестирања, спроведена је *анкета* за ученике експерименталне групе о примени образовног рачунарског софтвера током реализације садржаја наставне теме Механизми наслеђивања. Циљ анкете је био да ученици изнесу своје ставове и мишљења о оваквом начину рада у настави биологије, као и да се испита заинтересованост ученика за учење биологије применом иновативног наставног модела. Анкета је садржала укупно 9 питања: *затвореног типа* (4), *отвореног типа* (2) и питања са *скалом ставова* (3), (Прилог 7.1.3.).

Код *питања затвореног типа* ученици су имали могућност да одаберу један од неколико понуђених одговора. У оквиру *питања отвореног типа*, од ученика се захтевало да на постављено питање дају конструктиван одговор. *Скала процене ставова* за ученике експерименталне групе је конструисана по моделу петостепене Ликертове сумационе скале у оквиру које су ученици експерименталне групе

изражавали у којој се мери слажу, односно не слажу са понуђеним тврдњом. Категорије ставова ученика се крећу од потпуно негативног (*уопште се не слажем*), преко мање негативног (*не слажем се*), неутралног (*нисам сигуран*), до позивног (*слажем се*) и потпуно позитивног става (*у потпуности се слажем*). У оквиру сваке појединачне тврдње ученик је могао бирати само један одговор односно став. Сваки тај одговор се бодује на одговарајући начин, а онда се сабирањем бодова за сваку тврдњу добија укупан скор који изражава став ученика, у одређеној мери позитиван или негативан.

Анкета за ученике експерименталне групе није била анонимна због испитивања везе између ставова ученика о примени образовно рачунарског софтвера у настави биологије и њиховог укупног постигнућа на финалном тесту.

3.4.3. Инструменти истраживања

Инструменти примењени у истраживању били су тестови за проверу знања ученика Е и К групе: иницијални тест, финални тест и ретест.

Иницијални тест знања је обликован као низ задатака објективног типа. Циљ примене овог теста био је утврђивање иницијалног знања ученика експерименталне и контролне групе из биологије. Иницијални тест се односио на садржаје из претходно обрађене наставне теме Молекуларна биологија. Добро познавање овог градива је био предуслов за разумевање садржаја који су реализовани током педагошког експеримента.

Максималан број поена који се могао освојити на иницијалном тесту био је 100 и обухватао је питања која су била груписана у три когнитивна домена (нивоа):

а) *Когнитивни домен I (ниво познавања чињеница)* садржао је две групе питања: *Заокружи слово испред тачног одговора* и *Утврди који су искази тачни (Т), односно нетачни (Н)*. Задатак ученика је био да препознају тачне одговоре и да их репродукују без дубљег улажења у њихова значења. Овај нивоу подразумевао је знање чињеница, појмова, принципа и генерализација. Максималан број поена у оквиру овог субтеста је био је 20.

б) *Когнитивни домен II (ниво разумевања појмова)* садржао је три групе питања: *Вишеструка асоцијација, Искључива асоцијација и Напиши стручне називе*. Питања на овом нивоу подразумевала су да ученик схвати значења чињеница, термина и појмова у склопу веће целине, да је способан је да групише и повезује појмове, да уочава сличности, разлике и зависност међу појмовима као и да логички и самостално интерпретира податке. На питањима овог нивоа ученик је у стању да примењује стечено знање на познатим примерима, али још увек није у стању да примењује принципе и правила на новим непознатим примерима и (у новим ситуацијама). У оквиру овог субтеста максималан број поена је био 55.

в) *Когнитивни домен III (ниво анализе и резонувања)* садржи две групе питања: *Реши задатке* и *Сликовита форма*. Питања на тесту овог нивоа захтевала су способност ученика да пренесе и примени стечено знање у новим непознатим ситуацијама (трансфер знања), критички приступ задатим проблемима, генерализацију и апстракцију знање. У оквиру овог субтеста максималан број поена био је 25.

Иницијални тест, његово решење и бодовна скала дати су у Прилогу (Прилог 7.1.1.)

Финални тест (који је коришћен и као *ретест*) обухватао је садржаје наставне теме Механизми наслеђивања. Обликован је као низ задатака објективног типа, у циљу анализе усвојености наставних садржаја и процене ефеката примењених наставних модела у експерименталној и контролној групи. Финални тест је спроведен непосредно

након реализоване наставне теме Механизми наслеђивања, док је *ретест* спроведен 30 дана након финалног теста са циљем сагледавања трајности усвојеног знања у експерименталној и контролној групи ученика.

Максималан број поена који се могао освојити на финалном тесту знања (ретесту) био је 100 као и у случају иницијалног теста, обухватао је питања која су била груписана у три когнитивна домена (нивоа):

а) *Когнитивни домен I (ниво познавања чињеница)* садржао је две групе питања: *Заокружи слово испред тачног одговора* и *Утврди који су искази тачни (Т), односно нетачни (Н)*. Као и иницијалном тесту, питања су подразумевала репродукцију и препознавање градива. У оквиру овог субтеста максималан број поена био је 20.

б) *Когнитивни домен II (ниво разумевања појмова)* садржао је три групе питања: *Вишеструка асоцијација*, *Искључива асоцијација* и *Напиши стручне називе*. Као и иницијалном тесту знања, понуђени задаци (груписања и повезивања појмова по сличности или супротности, откривања узрока или последице, интерпретирања података) су подразумевали разумевање биолошких појмова и процеса и примену знања у познатим ситуацијама. У оквиру овог субтеста максималан број поена био је 56.

в) *Когнитивни домен III (ниво анализе и резоновања)* садржи једну групу питања: *Реши задатке*. Да би се проценило знање ученика на нивоу анализе и резоновања припремљени су задаци у којима се путем анализе, процене, провере и просуђивања, доносе избори, закључци, врше поређења и резимира вредност података, појава и процеса. Од ученика се очекивало да понуде решења и процедуре за решавање проблемских ситуација или демонстрацију неких законитости. У оквиру овог субтеста максималан број поена био је 24.

Финални тест (који је истовремено и ретест), његово решење и бодовна скала дати су у Прилогу (Прилог 7.1.2.)

Састављањем тестова за објективну проверу знања ученика Е и К групе: иницијалног и финалног тест (који је истовремено и ретест) **реализован је други задатак истраживања.**

3.5. Узорак истраживања

С обзиром на сложеност предмета овог истраживања, формулисане циљеве истраживања као и одабране истраживачке методе, експериментом је обухваћено укупно 173 ученика Зрењанинске гимназије. Узорак ученика припада категорији намерних узорака.

Експерименталну групу је чинила су три одељења 4. разреда општег смера са укупно 87 ученика (одељења: IV₃ - 32 ученика; IV₅ - 29 ученика и IV₉ - 26 ученика).

Контролну групу је чинила су купно 86 ученика из три одељења IV разреда општег смера Зрењанинске гимназије (одељења: IV₆ - 30 ученика; IV₇ - 29 ученика и IV₈ - 27 ученика).

3.6. Варијабле истраживања

У истраживању су употребљене следеће варијабле: независне, зависне и контролне.

Независне варијабле у истраживању представљају наставни поступак, (у овом експерименту то су иновативни модел ОРС-а за реализацију наставне теме Механизми наслеђивања у четвртог разреда гимназије општег смера, који је обликован према експерименталном програму за експерименталну групу ученика, као и уобичајена организација рада на часовима биологије у контролној групи ученика. То су независне варијабле које у овом истраживању имају улогу експерименталног фактора.

Зависну варијаблу представљају ефекти и последице које настају као резултат увођења експерименталног фактора у Е групу. Дакле, зависну варијаблу представља ефикасност примене модела ОРС-а у Е групи, односно постигнуће као и заинтересованост и мотивација ученика Е групе. Ниво постигнућа ученика мери се финалним тестом знања и ретестом, а сагледава се на основу разлике у постигнућу ученика Е и К групе на иницијалном и финалном тесту. Заинтересованост и мотивација ученика за такав начин рада на часовима биологије сагледава се анализом резултата анкете за ученике Е групе.

Контролне варијабле чине независне варијабле које у овом истраживању настојимо контролисати и то су:

- општи успех ученика на крају трећег разреда гимназије,
- успех ученика из биологије на крају трећег разреда гимназије,
- успех ученика на иницијалном тесту знања из биологије из наставне теме Молекуларна биологија.

3.7. Статистичка обрада резултата истраживања

За статистичку обраду података добијених на тестовима знања (иницијалном тесту, финалном тесту и ретесту), коришћен је програмски пакет SPSS 19.0. У истраживању су анализирани статистички параметри: величина узорка (N), аритметичка средина (AS), стандардна девијација (SD) и стандардна грешка разлике аритметичких средина (SE). За утврђивање повезаности две варијабле коришћени су поступци: Хи квадрат тест, комбинована анализа варијансе (Mixed-design ANOVA), анализа варијансе за поновљена мерења (ANOVA) са LSD тестовима контрастирања, мултиваријантне анализе коваријансе за поновљена мерења (Mixed desing ANCOVA with repeated measures; General linear model), t–тест као и Пирсонов (r) и Спирманов коефицијент корелације (ρ). Анализа величине ефекта независне варијабле на зависну добијена је израчунавањем Коеновог – d (Cohen, 1988) и вредности парцијалне ете (η). Нормалност расподела резултата тестова и субтестова по групама и узорку у целини је проверавана Колмогоров – Смирновим (Kolmogorov–Smirnov) тестом. Резултати истраживања приказани су табеларно и графички.

Уједначеност општег успеха ученика и оцена из биологије на крају трећег разреда гимназије за ученике Е и К групе анализирана је израчунавањем и анализом просечних вредности: аритметичке средине (M), стандардне девијације (SD), Хи квадрат теста и независног t-теста.

3.8. Експериментални фактори и модели истраживања

Према Наставном програму биологије у гимназији општег смера наставна тема *Механизми наслеђивања* обрађује се током 15 часова и укључује реализацију 10

наставних јединица, 2 експерименталне вежбе и 3 часа утврђивања градива (Службени гласник РС – Просветни гласник, 8, 2008). Реализација наставне теме Механизми наслеђивања одвијала се применом два различита модела рада у Е и К групи (Табела 1).

Табела 1. Експериментални фактори и модели истраживања

Модел	Тип часа	Врста наставе и облик рада	Број ученика	Школа
M ₁	Обрада новог градива (10 [*])	Рачунарски подржана настава – применом ОРС-а. Индивидуални рад.	87	Зрењанинска гимназија
	Реализација вежби (2 [*])	Рачунарски подржана настава – применом ОРС-а. Примена наставних листића. Индивидуални рад.		
	Утврђивање градива (3 [*])	Рачунарски подржана настава – применом ОРС-а. Индивидуални рад. Традиционална настава. Фронтални облик рада.		
M ₂	Обрада новог градива (10 [*])	Традиционална настава. Фронтални облик рада. Групни облик рада .	86	Зрењанинска гимназија
	Реализација вежби (2 [*])	Традиционална настава. Фронтални облик рада.		
	Утврђивање градива (3 [*])	Традиционална настава. Фронтални облик рада.		

*Број часова (типови часова предвиђени за реализацију)

Модел M₁ је примењен у експерименталној групи ученика. Часови биологије у овој групи су одржани у информатичком кабинету на 30 умрежених рачунара. *Обрада градива* свих наставних јединица је реализована применом ОРС-а индивидуалним обликом рада. *Реализација вежби* одвијала се такође у информатичком кабинету применом ОРС-а и додатних наставних листића индивидуалним обликом рада. *Часови утврђивања градива* су реализовани у информатичком кабинету, применом ОРС-а индивидуалним обликом рада и у кабинету за биологију вербално-текстуалном наставном методом и фронталним обликом рада.

Модел M₂ је примењен у контролној групи ученика. Часови биологије су одржани у биолошком кабинету. Обрада наставних јединица, реализација вежби и утврђивање градива реализовани су применом вербално-текстуалне и демонстративно-илустративне наставне методе фронталним обликом рада обликом. На једном наставном часу (Вежба: Израда рачунских задатака из генетике) примењен је групни облик рада.

3.9. Пројекат експерименталног истраживања

Пројекат реализованог експерименталног истраживања приказан је на Схеми 6.

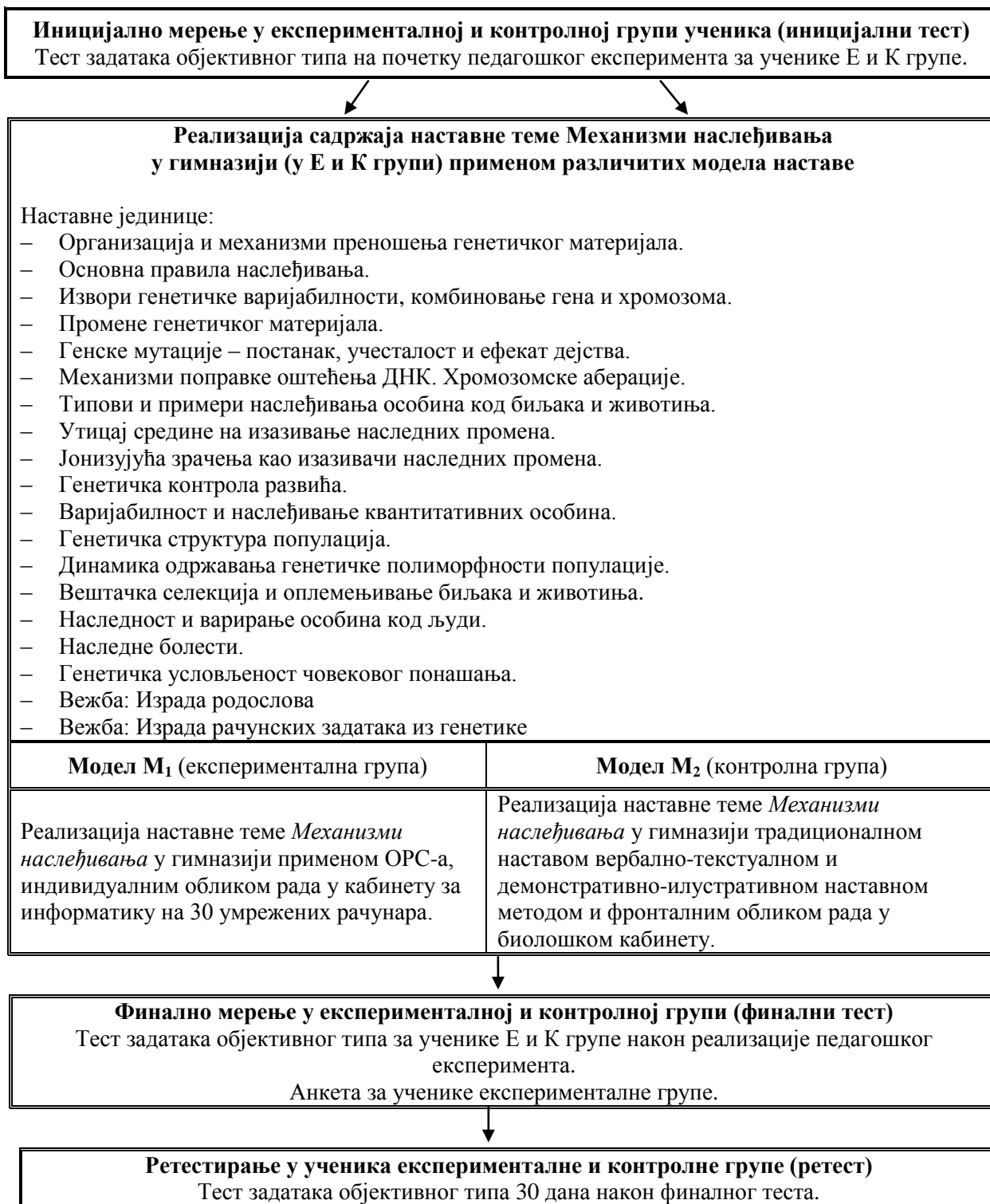


Схема 5. Реализација експерименталног истраживања

3.10. Организација, ток и време реализације педагошког истраживања

Прва фаза истраживања обухватала је анализу досадашњих теоријских сазнања о савременој настави биологије, видовима методичке трансформације наставних садржаја и уобличавање концепта ОРС-а, израду истраживачког пројекта и инструмената, генерисање и тестирање ОРС-а.

Друга фаза истраживања обухватала је експерименталну проверу ефикасности наставног модела ОРС-а. Сондажно истраживање спроведено је школске 2010/2011. године и обухватило је узорак од 180 ученика.

Трећа фаза истраживања одвијала се школске 2012/2013 године и обухватала је:

- иницијално тестирање ученика Е и К групе (05. 10. 2012. године);
- реализацију педагошког експеримента (током октобра, новембра и прве недеље децембра 2012. године);
- финално тестирање ученика Е и К групе (12. 12. 2012. године);
- анкетање ученика Е групе о примени ОРС-а у настави биологије (14. 12. 2012. године);
- ретестирање ученика Е и К групе (16. 01. 2013. године).

Четврта фаза истраживања обухватала је статистичку обраду података, као и интерпретацију резултата истраживања.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Примењени дидактичко–методички поступак, методе, експериментални фактори, модели и инструменти истраживања омогућили су добијање великог броја података, чијом статистичком обрадом и анализом су проверене постављене хипотезе и изведени закључци о ефикасности у истраживању примењених модела у настави биологије у гимназији.

4.1. Резултати иницијалног испитивања у Е и К групи

Пре реализације педагошког експеримента Е и К група су уједначене по следећим варијаблима: број ученика, општи успех ученика на крају трећег разреда гимназије, успех ученика из наставног предмета биологија на крају трећег разреда гимназије и предзнање ученика из биологије на иницијалном тесту знања.

4.1.1. Уједначавање Е и К групе према општем успеху ученика на крају трећег разреда гимназије

За реализацију планираног педагошког експеримента било је неопходно сагледати општи успех ученика експерименталне и контролне групе на крају трећег разреда гимназије. Општи школски успех представља значајан предуслов за успешан рад и укључивање ученика у педагошки експеримент.

Подаци о општем успеху ученика Е и К групе на крају трећег разреда гимназије преузети су из педагошке документације школе и приказани су у Табели 2 и на Графикону 1.

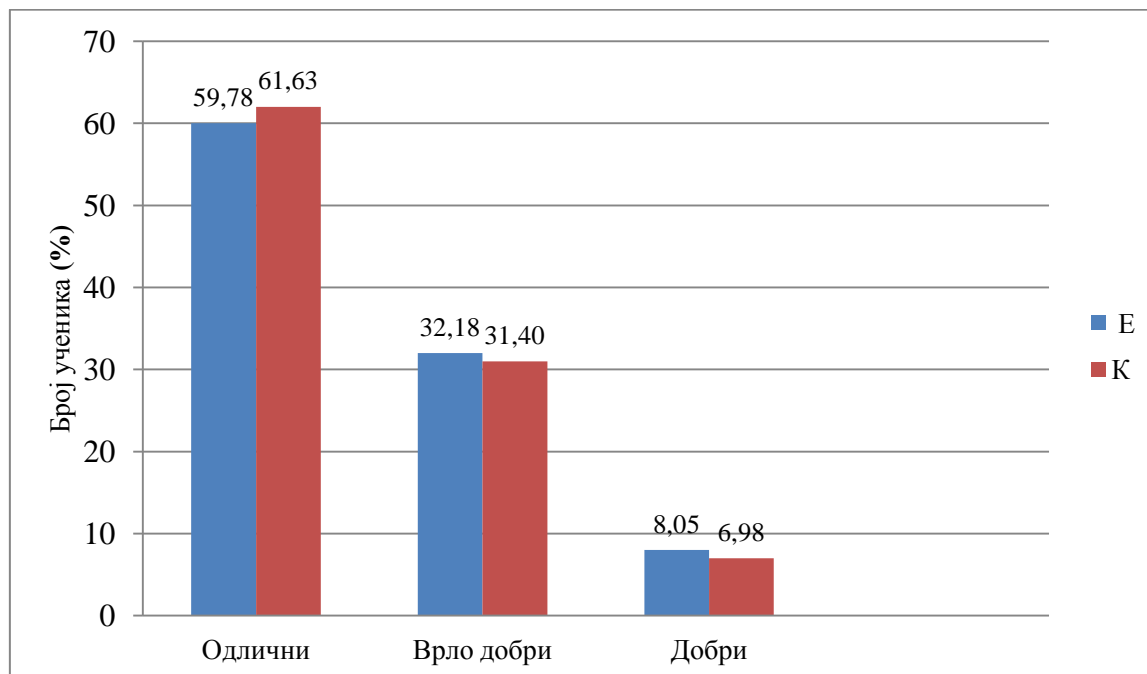
Табела 2. Општи успех ученика Е и К групе на крају III разреда гимназије

Група ученика	Одељење	Број ученика	Одлични		Врло добри		Добри	
			Бр.	%	Бр.	%	Бр.	%
Е (просечна оцена 4,53)	IV ₃	32	20	62,50	10	31,25	2	6,25
	IV ₅	29	18	62,07	10	34,48	1	3,45
	IV ₉	26	14	53,85	8	30,76	4	15,38
	Укупно	87	52	59,78	28	32,18	7	8,05
К (просечна оцена 4,55)	IV ₆	30	19	63,33	8	26,67	3	10,00
	IV ₇	29	18	62,07	9	31,03	2	6,90
	IV ₈	27	16	59,26	10	37,04	1	3,70
	Укупно	86	53	61,63	27	31,40	6	6,98

Одличан општи успех у Е групи на крају трећег разреда гимназије имала су 52 ученика (59,78%), врло добар успех 28 ученика (32,18%), добар успех 7 ученика

(8,05%), док није било ученика са довољним и недовољним општим успехом. Просечна оцена општег успеха у овој групи је била 4,53.

Одличан општи успех у К групи имала су 53 ученика (61,63%), врло добар успех 27 ученика (31,40%), а добар успех 6 ученика (6,98%). Ни у овој групи није било ученика са довољним и недовољним општим успехом. *на крају III разреда гимназије.* Просечна оцена општег успеха у овој групи је била 4,55.



Графикон 1. Фреквенција општег успеха ученика Е и К групе на крају трећег разреда гимназије (у %)

На основу општег успеха ученика Е и К групе (Табела 2 и Графикон 1) највећи број ученика обе групе имао је на крају III разреда гимназије одличан успех, затим врло добар успех, док је у обе групе био најмањи број добрих ученика.

Да би тестирали разлику у броју добрих, врло добрих и одличних ученика према општем успеху између Е и К групе примењен је Хи квадрат тест. Овај тест је показао да не постоји значајна разлика у општем успеху ученика између група, $\chi^2 (2, n = 173) = ,0755, p > ,05$.

На основу броја ученика са одличним, врло добрим, добрим, довољним и недовољним успехом на крају трећег разреда гимназије и вредности Хи квадрат теста може се констатовати да је разлика у погледу општег успеха ученика између Е и К групе незнатна, тј. да постоји висока уједначеност обе групе према општем успеху ученика. Изразито велики број ученика са одличним и врло добрим општим успехом у обе групе, такође показује да су Е и К група погодне за реализацију планираног педагошког истраживања.

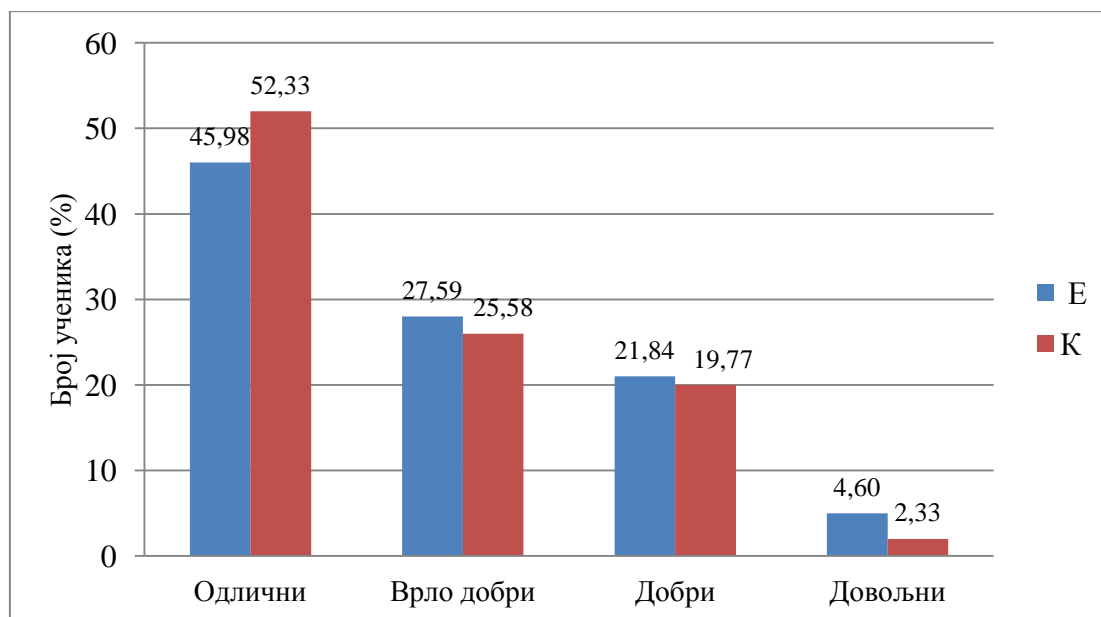
4.1.2. Уједначавање Е и К групе према успеху ученика из биологије на крају трећег разреда гимназије

Добро предзнање ученика Е и К групе из градива биологије које су учили у трећем разреду гимназије (физиологије животиња) је важан предуслов за успех у

реализацији и усвајању предвиђених садржаја током педагошког експеримента. Успех ученика из биологије на крају трећег разреда гимназије узет је из педагошке документације школе и приказан у Табели 3 и на Графикону 2.

Табела 3. Успех ученика из биологије на крају III разреда гимназије

Група ученика	Одељење	Број ученика	Одлични		Врло добри		Добри		Довољни	
			Бр.	%	Бр.	%	Бр.	%	Бр.	%
Е (просечна оцена 4,15)	IV 3	32	13	40,63	10	31,25	7	21,88	2	6,25
	IV 5	29	14	48,28	8	27,59	6	20,69	1	3,45
	IV 9	26	13	50,00	6	23,08	6	23,08	1	3,85
	Укупно	87	40	45,98	24	27,59	19	21,84	4	4,60
К (просечна оцена 4,28)	IV 6	30	17	56,67	7	23,33	6	20,00		0,00
	IV 7	29	15	51,72	8	27,59	4	13,79	2	6,90
	IV 8	27	13	48,15	7	25,93	7	25,93	0	0,00
	Укупно	86	45	52,33	22	25,58	17	19,77	2	2,33



Графикон 2. Општи успех ученика Е и К групе из биологије на крају трећег разреда гимназије

Одличан успех из биологије у Е групи имало је 40 ученика (45,98%), врло добар успех 24 ученика (27,59%), добар успех 19 ученика (21,84%) и довољан успех 4 ученика (4,60%). Просечна оцена из биологије у овој групи била је 4,15.

Одличан успех из биологије у К групи имало је је 45 ученика (52,33%), врло добар успех 22 ученика (25,58%), добар успех 17 ученика (19,77%) и довољан успех 2 ученика (2,33%). Просечна оцена из биологије у К групи била је 4,28.

Да би тестирали разлику у броју ученика са довољним, добрим, врло добрим и одличним успехом из биологије између Е и К групе примењен је Хи квадрат тест. Овај

тест је показао да не постоји значајна разлика у успеху ученика из биологије између Е и К групе $\chi^2 (2, n = 173) = ,756, p > ,05$.

На основу броја ученика са одличним, врло добрим, добрим и довољним успехом из биологије и просечне оцене из биологије на крају трећег разреда гимназије може се констатовати да између Е и К групе у погледу успеха из биологије на крају трећег разреда разреда постоји равнотежа. Чињеница да К група има више ученика са одличном оценом из биологије може додатно појачати позитиван ефекат примене експерименталног програма у Е групи.

Уједначавањем експерименталне и контролне групе ученика на основу: општег успеха и успеха ученика из биологије на крају III разреда гимназије **реализован је трећи задатак истраживања.**

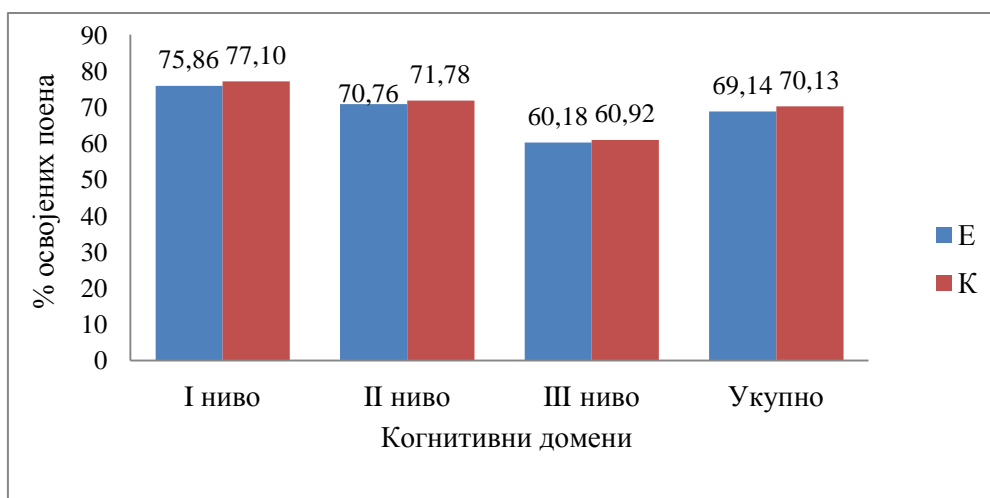
4.1.3. Уједначавање Е и К групе према успеху ученика на иницијалном тесту

Претходно знање ученика Е и К групе из биологије проверено је иницијалним тестом из наставне теме Молекуларна биологија. Добро познавање овог градива је предуслов за успешно разумевање и усвајање садржаја наставне теме Механизми наслеђивања. Циљ иницијалног тестирања је био уједначавање знања ученика Е и К групе из биологије непосредно пре увођења експерименталног фактора у Е групу, како би се могао упоредити успех ученика две групе на финалном тесту и ретесту.

Резултати иницијалног тестирања ученика Е и К групе приказани су у Табели 4 и на Графикону 3.

Табела 4. Успех ученика К и Е групе на иницијалном тесту

Когнитивни домени	Група	Укупан број поена	%
I ниво (познавање чињеница)	Е	1320	75,86
	К	1326	77,10
II ниво (разумевање појмова)	Е	3386	70,76
	К	3395	71,78
III ниво (анализа и резоновање)	Е	1309	60,18
	К	1310	60,92
Укупно постигнуће ученика на иницијалном тесту	Е	6015	69,14
	К	6031	70,13



Графикон 3. Успех ученика К и Е групе на иницијалном тесту

Ученици Е и К групе су на иницијалном тесту у целини и на појединачним нивоима знања остварили приближно једнак број поена. Е група: I ниво – просечно 15,17 поена од максималних 20 (75,86%), II ниво – 38,92 поена од максималних 55 (70,76%), III ниво – 15,05 поена од максималних 25 (60,18%), укупно – 69,14 поена од максималних 100 поена (69,14%). К група: I ниво – просечно 15,42 поена (77,10%), II ниво – 39,48 поена (71,78%), III ниво – 15,23 поена (60,92%), укупно – 70,13 поена (70,13%).

Нормалност расподеле резултата иницијалног теста у целини и на појединим нивоима знања за Е и К групу проверена је Колмогоров–Смирновим тестом (Табела 5).

Табела 5. Резултати Колмогоров–Смирнов теста на иницијалном тесту

Когнитивни домени	Група	N	Просечан број поена	Колмогоров-Смирнов тест (Z)	p
I ниво (познавање чињеница)	E	87	15,17	2,276	,270
	K	86	15,42	1,984	,101
II ниво (разумевање појмова)	E	87	38,92	1,466	,057
	K	86	39,48	1,201	,112
III ниво (анализа и резонување)	E	87	15,05	1,478	,052
	K	86	15,23	1,316	,063
Укупно постигнуће на иницијалном тесту	E	87	69,14	1,226	,099
	K	86	70,13	1,485	,109

*p > ,01; **p > ,05

Вредности Колмогоров–Смирнов теста за појединачне нивое знања и за тест у целини, нису статистички значајани (p > ,05). На основу његових вредности може се констатовати да *дистрибуција резултата иницијалног теста Е иК групе на сва три нивоа знања и на иницијалном тесту у целини не одступа од нормалне дистрибуције.*

Резултати иницијалног теста ученика Е и К групе су показали незнатне разлике у броју поена како на појединачним когнитивним нивоима, тако и на тесту у целини. Статистичка значајност остварених разлика између две групе на иницијалном тесту проверена је t-тестом. Статистички показатељи успеха ученика Е и К групе на

иницијалном тесту у целини и на појединачним нивоима знања, (средња вредност – аритметичка средина M , разлика аритметичких средина $M_E - M_K$, стандардно одступање – девијација SD и стандардна грешка разлика аритметичких средина (SE), дати су у Табели 6. На основу њих је тестирана значајност разлика (t , df , p , d) у постигнућу ученика Е и К групе на иницијалном тесту у целини и сва три нивоа знања.

Табела 6. Статистички параметри резултата ученика Е и К групе на иницијалном тесту

Когнитивни домени	Група	Број ученика (N)	M	$M_E - M_K$	SD	SE	t	df	p	d																																										
I ниво Познавање чињеница	Е	87	15,172	,247	2,036	,218	-,825	170	,411	,127																																										
	К	86	15,419		1,887	,204					II ниво Разумевање појмова	Е	87	38,920	,557	4,565	,489	-,812	171	,418	,124	К	86	39,477	4,456	,480	III ниво Анализа и резоновање	Е	87	15,046	,187	3,110	,333	-,400	171	,690	,059	К	86	15,233	3,024	,326	Укупно постигнуће на тесту	Е	87	69,137	,991	8,425	,903	-	171	,265
II ниво Разумевање појмова	Е	87	38,920	,557	4,565	,489	-,812	171	,418	,124																																										
	К	86	39,477		4,456	,480					III ниво Анализа и резоновање	Е	87	15,046	,187	3,110	,333	-,400	171	,690	,059	К	86	15,233	3,024	,326	Укупно постигнуће на тесту	Е	87	69,137	,991	8,425	,903	-	171	,265	,119	К	86	70,128	8,233	,888										
III ниво Анализа и резоновање	Е	87	15,046	,187	3,110	,333	-,400	171	,690	,059																																										
	К	86	15,233		3,024	,326					Укупно постигнуће на тесту	Е	87	69,137	,991	8,425	,903	-	171	,265	,119	К	86	70,128	8,233	,888																										
Укупно постигнуће на тесту	Е	87	69,137	,991	8,425	,903	-	171	,265	,119																																										
	К	86	70,128		8,233	,888																																														

* $p < ,001$; ** $p < ,01$; *** $p < ,05$

Контролна група је постигла бољи успех на I нивоу знања за ,25 поена Од експерименталне групе са мањим одступањем појединачних резултата од аритметичке средине у односу на експерименталну групу. Вредност t -теста износи $-,825$, уз значајност $p = ,411$ није статистички значајна, јер је добијена t вредност мања од табличне вредности, што указује да *не постоје разлике између група у познавању чињеница*. Границе 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика обухватају 0 ($-,835$; $,342$), што такође указује на непостојање разлика између група на овом нивоу знања. Величина ефекта се у најширем смислу може дефинисати као било који статистички показатељ који квантификује степен у којем се резултат добијен на узорку разликује од очекивања спецификованих нултом хипотезом (Sun, Pan, & Wang, 2010). По дефиницији (Cohen, 1988) $d = ,2$ указује на малу величину ефекта, $d = ,5$ представља средњу, док $d \geq ,8$ указује на високе вредности ефекта. Величина ефекта Коеново d израчунато на основу резултата у оквиру првог когнитивног домена износи ,127 и указује на ниску вредност ефекта.

На основу података из Табеле 6. се може уочити да је контролна група постигла боље резултате и на II нивоу знања на иницијалном тесту за ,56 поена у односу на експерименталну групу. На основу вредности t -теста која износи $-,812$, уз значајност $p = ,418$ та разлика није статистички значајна, јер је добијена t вредност мања од табличне вредности. На основу статистичких параметара *не постоје разлике између Е и К групе на нивоу разумевања појмова*. Границе 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика обухватају 0 ($-1,911$; $,797$), што такође указује на непостојање разлика између група. Коеново d израчунато на основу резултата у оквиру II когнитивног домена износи ,124 и указује на ниску вредност ефекта.

На III нивоу знања иницијалног теста контролна група је постигла боље резултате за ,19 поена од експерименталне групе, са мањим одступањем појединачних

резултата у К од аритметичке средине у Е групу, $t = - ,400$ уз $p = ,690$ није статистички значајна, јер је добијена t вредност мања од табличне вредности, што указује да *не постоје разлике између Е и К групе на нивоу анализе и резоновања*. Границе 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика обухватају 0 (-1,107; ,734), а величина ефекта $d = - ,059$ је изузетно ниска, што такође указује на непостојање разлика између група.

На иницијалном тесту знања у целини контролна група је постигла боље резултате за 1 поен са мањим одступањем појединачних резултата од аритметичке средине у односу на експерименталну групу. На основу вредности $t = -1,117$ уз $p = ,265$ та разлика није статистички значајна, јер је добијена t вредност мања од табличне вредности, што указује да *не постоје разлике између Е и К групе на иницијалном тесту у целини*. Границе 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика (-3,915; 1,085) обухватају 0, а величина ефекта $d = - ,119$ има занемарљиву вредност што такође указује на непостојање разлика између група.

На основу t вредности остварене разлике између Е и К групе на иницијалном тесту на појединачним когнитивним нивоима, ни на иницијалном тесту у целини (у корист К групе) нису статистички значајне. На основу статистичких параметара иницијалног теста може се констатовати да су Е и К група уједначене на основу предзнања ученика из биологије на почетку педагошког истраживања. То је омогућило даљи ток истраживања, поређење његових резултата и извођење закључака.

Уједначавањем Е и К групе ученика на почетку педагошког истраживања на основу резултата иницијалног теста знања (на сва три когнитивна нивоа и на тесту у целини) **реализован је четврти задатак истраживања.**

4.2. Резултати финалног тестирања знања ученика

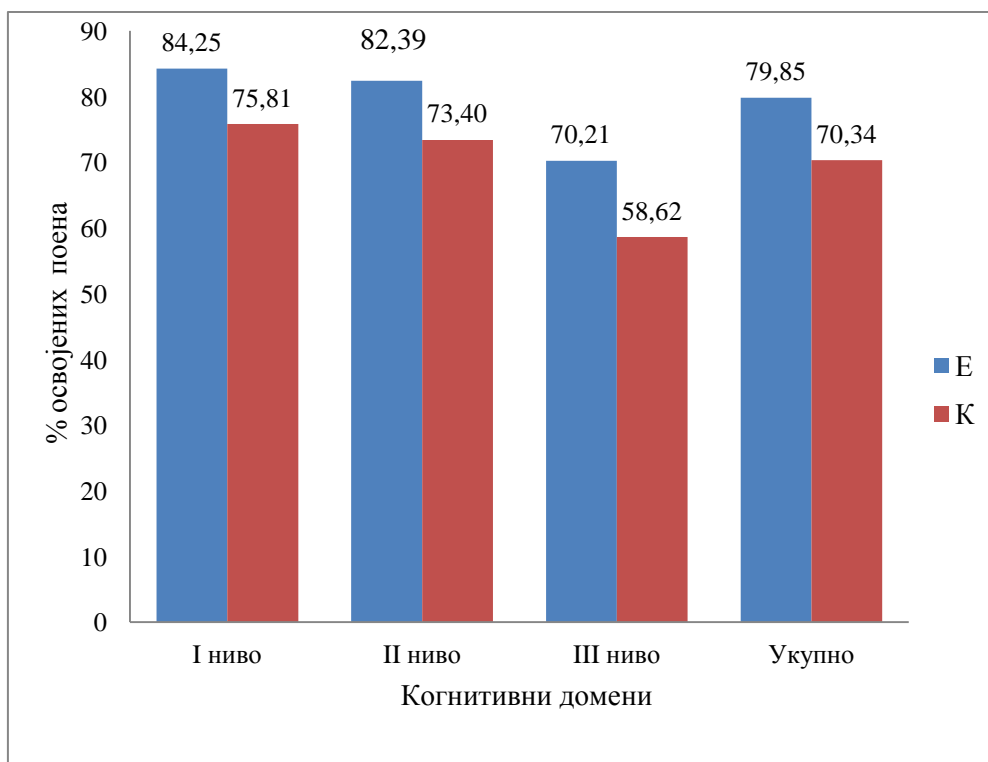
Финално проверавање знања ученика Е и К групе спроведено је након систематизације садржаја наставне теме Механизми наслеђивања која је обрађена током педагошког експеримента. Тест је рађен истог дана у свим одељењима Е и К групе.

Резултати финалног тестирања ученика Е и К групе, изражени средњом вредности оствареног броја поена по нивоима знања и на тесту у целини приказани су у Табели 7 и на Графикону 4.

Тест је радило 87 ученика Е групе који су на тесту освојили просечно 79,85 (79,85%) поена и 86 ученика К групе, који су на тесту освојили просечно 70,34 (70,34%) поена. У оквиру когнитивног домена I ученици Е групе су освојили просечно 16,86 поена од максималних 20 поена (84,25%), а ученици К групе 15,16 поена (75,81%). У оквиру II когнитивног домена ученици Е групе су освојили просечно 46,14 поена од максималних 56 (82,39%), а ученици К групе просечно 41,10 поена (73,40%). Највећа разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту је при решавању задатака когнитивног домена III. Ученици Е групе су на задацима овог нивоа освојили просечно 16,85 од максималних 24 (70,21%) поена, док су ученици К групе освојили просечно 14,07 поена (58,62%).

Табела 7. Успех ученика К и Е групе на финалном тесту

Когнитивни домени	Група	Укупан број поена	%
I ниво (познавање чињеница)	Е	1466	84,25
	К	1304	75,81
II ниво (разумевање појмова)	Е	4014	82,39
	К	3535	73,40
III ниво (анализа и резоновање)	Е	1466	70,21
	К	1210	58,62
Укупно постигнуће ученика на финалном тесту	Е	6946	79,85
	К	6049	70,34



Графикон 4. Успех ученика Е и К групе на финалном тесту

Нормалност дистрибуције резултата Е и К групе на финалном тесту по нивоима знања и на тесту у целини представљени су у Табели 8.

На основу добијених резултата не постоји нормална расподела резултата финалног теста по нивоима знања ни у Е, ни у К групи, осим на III нивоу знања (анализе и резоновања) у Е групи. Тест нормалности дистрибуције резултата финалног теста за Е и К групу у односу за укупан број поена на финалном тесту знања потврђује нормалност дистрибуције.

Табела 8. Резултати Колмогоров–Смирнов теста на финалном тесту

Когнитивни домени	Група	N	Просечан број поена	Колмогоров-Смирнов тест (Z)	p
I ниво (познавање чињеница)	E	87	16,860	3,198	,000
	K	86	15,163	2,058	,000
II ниво (разумевање појмова)	E	87	46,138	1,700	,010
	K	86	41,105	1,641	,009
III ниво (анализа и резоновање)	E	87	16,851	1,550	,026
	K	86	14,070	1,672	,007
Укупно постигнуће на финалном тесту	E	87	79,847	1,137	,150
	K	86	70,338	1,607	,111

*p > ,01; **p > ,05

Резултати финалног теста, исказани просечним бројем поена у Е групи су знатно виши у односу на К групу (Табела 8). Они указују на позитиван ефекат примене образовног рачунарског софтвера у настави биологије. И овога пута било је потребно утврдити да ли су разлике у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту статистички значајне (на тесту у целини и на појединачним когнитивним доменима).

Статистички параметри финалног теста за ученике Е и К групе (по нивоима знања и на тесту у целини) приказани су у Табели 9.

На основу података из Табеле 9. ученици експерименталне групе су освојили више поена на финалном тесту од ученика контролне групе на појединачним когнитивним нивоима и на тесту у целини.

Аритметичка средина оствареног броја поена у оквиру I нивоа знања износила је 16,86 за Е групу уз стандардну девијацију 1,42, а за К групу 15,16 поена уз стандардну девијацију 1,98. Експериментална група је постигла просечно бољи резултат на когнитивном домену I за 1,70 поена са мањим одступањем појединачних резултата од аритметичке средине у односу на контролну групу.

Аритметичка средина оствареног броја поена у оквиру II нивоа знања у Е групи износила је 46,14 уз стандардну девијацију 3,16, а у контролној групи 41,11 уз стандардну девијацију 4,93. Е група је постигла просечно боље резултате на когнитивном домену II финалног теста за 5,03 поена са мањим одступањем појединачних резултата од аритметичке средине у односу на К групу.

Аритметичка средина оствареног броја поена на III нивоу знања на финалном тесту у Е групи износила је 16,85 уз стандардну девијацију 2,34, а у К групи 14,07 уз стандардну девијацију 2,38. Е група је постигла у просеку боље резултате на III когнитивном домену финалног теста знања за 2,78 поена са мањим одступањем појединачних резултата од аритметичке средине у односу на К групу.

Аритметичка средина оствареног броја поена на финалном тесту у целини за ученике Е групе износила је 79,85 поена уз стандардну девијацију 6,32, док је у К групи била 70,34 уз стандардну девијацију 8,30. Е група је остварила боље резултате на финалном тесту у целини за 9,50 поена са мањим одступањем појединачних резултата од аритметичке средине у односу на К групу.

Остварени резултати Е и К групе на финалном тесту у целини и на појединачним нивоима знања су показали постојање разлика у постигнућу ученика (у корист Е групе). Да би се са сигурношћу утврдило да ли су и статистички значајне, разлике аритметичких средина између Е и К групе су тестиране t – тестом (Табела 9).

Табела 9. Статистички параметри резултата ученика Е и К групе на финалном тесту

Когнитивни домени	Група	Број ученика (N)	M	M _E - M _K	SD	SE	t	df	p	d
I ниво Познавање чињеница	Е	87	16,860	1,697	1,419	,152	6,460	171	,000	,987
	К	86	15,163		1,976	,213				
II ниво Разумевање појмова	Е	87	46,138	5,023	3,159	,339	8,007	170	,000	1,215
	К	86	41,105		4,928	,531				
III ниво Анализа и резоновање	Е	87	16,851	2,781	2,335	,250	7,764	171	,000	1,180
	К	86	14,070		2,375	,256				
Укупно постигнуће на финалном тесту	Е	87	79,847	9,501	6,323	,678	8,518	171	,000	1,294
	К	86	70,338		8,300	,895				

*p < ,001; **p < ,01; ***p < ,05

Вредност t–теста за I ниво знања износи 6,460 уз значајност p = ,000 и статистички је значајна, јер је добијена t вредност већа од табличне, што указује да постоји разлика у познавању чињеница између ученика Е и К групе. Границе 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика не обухватају 0 (1,172; 2,203), што такође указује на постојање разлика између група. Величина ефекта Коеново d израчуната на основу резултата у оквиру првог когнитивног домена износи ,987 и указује на високу вредност ефекта.

Разлика аритметичких средина између Е и К групе од 5,02 поена у оквиру другог когнитивног домена је статистички је значајна, јер је добијена t вредност (8,007 уз значајност p = ,000) већа од табличне вредности. Она показује да постоји разлика у разумевању појмова између ученика Е и К групе. Границе 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика не обухватају 0 (3,792; 6,274), што такође указује на постојање разлика између група. Величина ефекта Коеново d израчуната на основу резултата другог когнитивног домена износи 1,215 и указује на веома високу вредност ефекта.

Експериментална група је постигла боље резултате и на трећем когнитивном домену финалног теста знања. Вредност t = 7,764 уз p = ,000 је статистички значајна, што показује да постоји разлика између ученика Е и К групе на когнитивном нивоу анализе и резоновања. Границе 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика не обухватају 0 (2,074; 3,488), што такође потврђује постојање разлике између група на овом нивоу знања. Величина ефекта Коеново d израчуната на основу резултата трећег когнитивног домена износи 1,180 и указује на веома високу вредност ефекта.

На финалном тесту знања у целини вредност је t = 8,518 уз p = ,000. Она показује да је разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту у целини од 9,5 поена статистички значајна. Границе 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика не обухватају 0 (7,337; 11,762), што такође указује на постојање разлика између две групе. Величина ефекта Коеново d израчуната на основу резултата финалног теста у целини износи 1,294 и указује на веома високу вредност ефекта.

Анализом резултата финалног теста утврђено је да постоје статистички значајне разлике у постигнућу ученика Е и К групе (у корист Е групе) на тесту у целини и на сва три когнитивна нивоа. Овим је **реализован пети задатак истраживања**.

Резултати истраживања су показали да остварена разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту није само разлика у квантитету већ и у квалитету њиховог знања, умења и навика из биологије. Статистички значајне разлике између

резултата ученика Е и К групе на финалном тесту у целини и у оквиру појединачних нивоа знања резултат су адекватно одабраног образовно–васпитног садржаја (наставне теме Механизми наслеђивања) и његове реализације применом ОРС–а индивидуалним обликом рада у Е групи у односу на традиционалан приступ обраде исте наставне теме примењен у К групи ученика.

Резултатима финалног теста прихвата се **прва хипотеза истраживања** према којој се очекује се да ће ученици Е групе остварити значајно боље резултате на финалном тесту знања, на сва три когнитивна домена (познавање чињеница, разумевање појмова и анализа и резоновање), као и на финалном тесту у целини, у односу на ученике К групе.

С обзиром да се основе генетике обрађују у првом и трећем разреду гимназије (грађа и функција ДНК, РНК, генетичка шифра, репликација, транскрипција, основе биосинтезе протеина, однос гена и протеина,...), а затим се њихов обим (екстензитет) и дубина (интензитет) продубљују у четвртном разреду гимназије, логично је очекивати да се у овом разреду досегне висок квалитет знања ученика из ове наставне теме. Такође је логично постојање повезаности (корелације) између општег успеха ученика, њихове оцене из биологије на крају трећег разреда гимназије и њиховог знања из наставне теме Механизми наслеђивања на финалном тесту. Ниво повезаности датих параметара утврђен је израчунавањем Спирмановог коефицијента корелације (ρ). У погледу повезаности општег успеха ученика и укупног броја поена на финалном тесту знања у Е групи, резултати су показали постојање слабе корелације ($\rho = 0,398$ уз $p < .001$). Слични резултати су добијени израчунавањем коефицијената корелације између оцене ученика Е групе из биологије на крају трећег разреда гимназије и њиховог укупног броја поена на финалном тесту знања ($\rho = 0,424$ уз $p < .001$). На основу интензитета коефицијената корелације између испитиваних варијабли између њих постоји слаба повезаност. Овим је **реализован шести задатак истраживања**. Висока вредност општег успеха ученика Е групе (4,537) и просечне оцене из биологије на крају трећег разреда гимназије (4,215) нису „гаранција“, ни предуслов успешности на финалном тесту знања. Ови резултати показују да је образовни систем у Србији превасходно оријентисан на усвајање знања која се налазе на нивоу репродукције, и не захтевају се озбиљнија интелектуална ангажовања ученика (PISA Србија, 2007). Садржаји програма биологије у гимназији се још увек у наставној пракси највећим делом реализују традиционалним наставним методама, при чему ученици пасивно примају готова знања, која касније не могу да примене у реалним животним ситуацијама, јер су она краткотрајна. Због тога је неопходно извршити модернизацију наставног процеса у коме ће ученици имати што активнију улогу. „Такавим приступом у настави подстичу се креативна и продуктивна знања која ће оспособити ученике за самосталан рад и самообразовање“ (Миљановић, 2003).

4.3. Резултати ретестирања знања ученика

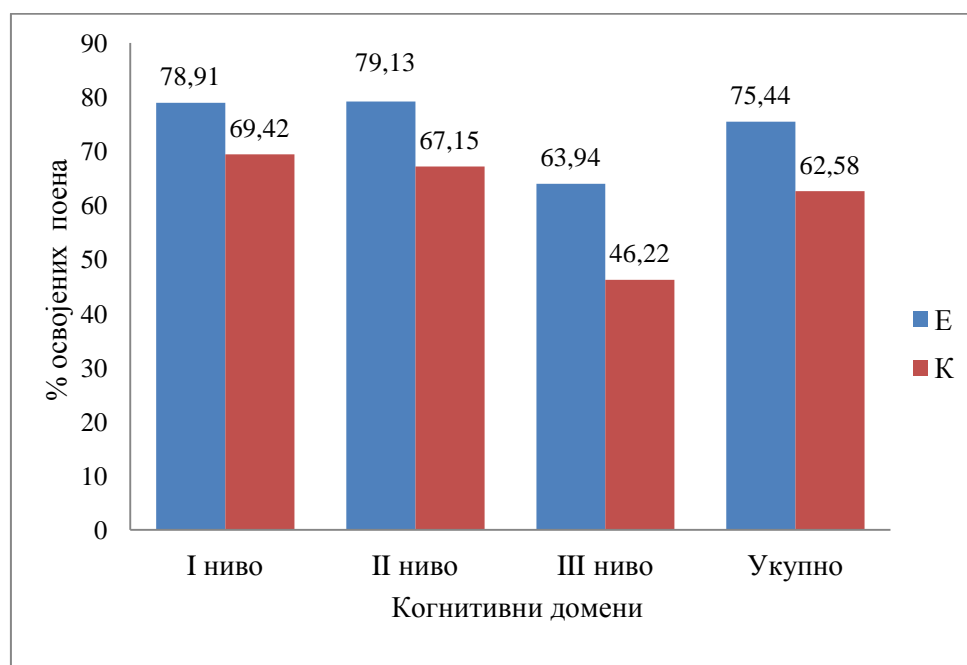
Поновно тестирање (ретестирање ученика) Е и К групе рађено је 30 дана након финалног тестирања са циљем утврђивања квантитета, квалитета и ретенције стеченог знања ученика обе групе. Ученици су радили исти тест као и на финалном тестирању, без најаве истог дана у свим одељењима Е и К групе.

Резултати поновног тестирања ученика Е и К групе, изражени средњом вредности оствареног броја поена по нивоима знања и на тесту у целини приказани су у Табели 10 и на Графикону 5.

Ученици Е групе су на ретесту у целини освојили просечно 75,44 поена (75,44%), док су ученици К групе освојили просечно 62,58 поена (62,58%). На когнитивном домену I ученици Е групе су освојили просечно 15,78 (78,91%), а ученици К групе 13,88 поена (69,42%). На когнитивном домену II ученици Е групе су освојили просечно 44,31 поен (79,13%), а ученици К групе просечно 37,60 поена (67,15%). Најслабији успех ученици обе групе су остварили на когнитивном домену III: ученици Е групе просечно 15,34 (63,94%), а ученици К групе просечно 11,09 поена (46,22%). Као што се може видети на Графикону 5. посебно значајне разлике у погледу просечно освојеног броја поена изражене су на другом и трећем домену знања и на тесту у целини.

Табела 10. Успех ученика К и Е групе на ретесту

Когнитивни домени	Група	Укупан број поена	%
I ниво (познавање чињеница)	Е	1373	78,91
	К	1194	69,42
II ниво (разумевање појмова)	Е	3855	79,13
	К	3234	67,15
III ниво (анализа и резонување)	Е	1335	63,94
	К	954	46,22
Укупно постигнуће ученика на ретесту	Е	6563	75,44
	К	5382	62,58



Графикон 5. Успех ученика Е и К групе на ретесту

Да би утврдили да ли су остварене разлике статистички значајне извршили смо најпре тестирање хипотезе о нормалној расподели података. Нормалност расподела резултата ученика Е и К групе на појединачним когнитивним доменима и на ретесту у

целини проверена је Колмогоров–Смирновим тестом. Резултати теста нормалности дистрибуције резултата у Е и К групи по нивоима знања и за укупан број поена на ретесту дати су у Табели 11.

Табела 11. Резултати Колмогоров–Смирнов теста на ретесту знања

Когнитивни домени	Група	N	Просечан број поена	Колмогоров-Смирнов тест (Z)	p
I ниво (познавање чињеница)	Е	87	15,781	1,320	,060
	К	86	13,884	1,502	,220
II ниво (разумевање појмова)	Е	87	44,310	1,696	,006
	К	86	37,605	2,162	,000
III ниво (анализа и резонување)	Е	87	15,345	,835	,489
	К	86	11,093	1,488	,024
Укупно постигнуће на тесту	Е	87	75,437	1,005	,265
	К	86	62,581	1,224	,100

*p > ,01; **p > ,05

На основу датих вредности, нормална расподела резултата ретеста постоји на нивоу знања чињеница у Е и К групи, на нивоу анализе и резонувања у Е групи и укупном броју поена обе групе ученика.

Основни статистички параметри ретеста за ученике Е и К групе приказани су у Табели 12.

Табела 12. Статистички параметри резултата ученика Е и К групе на ретесту

Когнитивни домени	Група	Број ученика (N)	M	M _E -M _K	SD	SE	t	df	p	d
I ниво Познавање чињеница	Е	87	15,781	1,897	1,820	,195	6,665	171	,000	1,016
	К	86	13,884		1,925	,208				
II ниво Разумевање појмова	Е	87	44,310	6,705	3,764	,404	9,536	171	,000	1,449
	К	86	37,605		5,356	,578				
III ниво Анализа и резонување	Е	87	15,345	4,252	2,514	,270	11,258	171	,000	1,714
	К	86	11,093		2,453	,264				
Укупно постигнуће на тесту	Е	87	75,437	12,854	6,950	,745	10,905	171	,000	1,658
	К	86	62,581		8,489	,915				

*p < ,001; **p < ,01; ***p < ,05

Аритметичка средина оствареног броја поена оквиру I нивоа (познавање чињеница) на ретесту у Е групи износила је 15,78 уз стандардну девијацију 1,82, док је у контролној групи износи 13,88 поена уз стандардну девијацију 1,92. У просеку експериментална група је постигла боље резултате на когнитивном домену I на ретесту

за 1,90 поена са мањим одступањем појединачних резултата од аритметичке средине у односу на контролну групу.

Аритметичка средина оствареног броја поена на II нивоу – разумевање појмова на ретесту у Е групи износила је 44,31 уз стандардну девијацију 3,76, а у К групи 37,60 уз стандардну девијацију 5,36. Експериментална група је постигла у просеку боље резултате на когнитивном домену II финалног теста знања у односу на контролну групу за 6,71 поена са мањим одступањем појединачних резултата од аритметичке средине у односу на К групу.

Аритметичка средина оствареног броја поена на III нивоу – анализа и резонување на ретесту у Е групи износи 15,34 уз стандардну девијацију 2,51, а у К групи 11,09 уз стандардну девијацију 2,45. Е група је постигла просечно боље резултате на III когнитивном домену финалног теста за 4,25 поена са незнатно већим одступањем појединачних резултата од аритметичке средине у односу на К групу.

Аритметичка средина оствареног броја поена на финалном тесту знања у целини за ученике Е групе износи 75,44 уз стандардну девијацију 6,95, а у К групи 62,58 уз стандардну девијацију 8,49. Е група је остварила боље резултате на финалном тесту знања у целини за 12,86 поена са мањим одступањем појединачних резултата од аритметичке средине у односу на К групу.

У оквиру I нивоа знања разлика у постигнућу ученика Е и К групе је статистички значајна јер је добијена t вредност (6,665, уз значајност $p = ,000$) већа од табличне вредности. Граница 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика не обухвата 0 (1,336; 2,460), што такође указује на постојање разлика између група. Величина ефекта Коеново d израчуната на основу резултата првог когнитивног домена износи 1,016 и указује на високу вредност ефекта.

Експериментална група је постигла боље резултате од контролне групе и на II нивоу знања. То потврђује вредност t -теста, која износи 9,536, уз значајност $p = ,000$. Разлика аритметичких средина између две групе је статистички је значајна, јер је добијена t вредност већа од табличне. Граница 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика не обухвата 0 (5,318; 8,094), што такође указује на постојање разлика између две групе. Израчуната величина ефекта Коеново d (1,449) указује на значајне разлике у погледу квалитета и квантитета знања ученика експерименталне и контролне групе на овом когнитивном нивоу.

Статистички значајна разлика у постигнућу ученика Е и К групе је нарочито висока на III когнитивном нивоу – анализе и резонувања. Вредност $t = 11,258$ уз значајност $p = ,000$, и изузетно високу вредност ефекта Коеново d (1,714) показују да и на III нивоу ретеста постоји статистички значајна разлика у могућности примене стеченог знања између ученика Е и К групе. Граница 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика не обухвата 0 (3,506; 4,997), што такође указује на постојање разлика између две групе на овом нивоу знања.

И на ретесту у целини постоји статистички значајна разлика у постигнућу ученика Е и К групе у корист Е групе. То потврђују вредности следећих показатеља: $t = 10,905$ уз $p = ,000$ и $d = 1,658$, граница 95% интервала поверења за аритметичку средину разлика која не обухвата 0 (10,528; 15,182).

На основу вредности t -теста (Табела 12), постоје статистички значајне разлике у постигнућу ученика за Е и К групу на ретесту у корист експерименталне групе на сва три когнитивна домена као и на ретесту у целини. Овим је **реализован седми задатак истраживања**.

Такође је **потврђена друга хипотеза истраживања** према којој се очекује се да ће ученици Е групе остварити значајно боље резултате на ретесту знања, на сва три когнитивна домена као и на ретесту у целини, у односу на ученике К групе.

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

С обзиром да живимо у времену свеопште информатичке и комуникационе револуције њихова примена у образовању као и у другим областима пружа велике могућности. Данас се уочавају крупне промене у свим сферама живота, а самим тим и у образовању. Савремена настава захтева: израду наставних планова и програма који ће пратити савремени развој у свим областима и потребе друштва, примену нових технологија, уважавање интересовања ученика и њихове индивидуалне способности и потребе, иновирање наставних облика и метода рада...

Примена информатичке технологије из основа мења традиционалне облике и методе рада у образовно–васпитном процесу, али и захтева одговарајуће дидактичко–техничко окружење у коме се настава одвија. То је потврђено у бројним истраживањима. Тако, примена рачунара у наставном процесу подстиче апстрактно мишљење и индивидуални напредак ученика у стицању знања (Greeinfeld, 2006). Применом рачунара у настави ученици стичу способност управљања својим когнитивним функцијама и развијају метакогнитивне вештине (McLenerney, 1997). У поређењу са традиционалним методама поучавања, примена рачунара у настави пружа бројне предности, јер омогућује ученицима праћење сопственог напретка и ствара услове за развој самокритике (Greeinfeld, 2006), али и развија дивергентно мишљење (Gatewood, 1997).

Посебан значаја у настави и учењу има коришћење образовних софтвера. Они у највећој мери омогућују индивидуализацију наставе. Коришћењем посебних техника остварује се контролна функција наставе, регулише процес учења и подстиче унутрашња мотивација за учењем. Образовни рачунарски софтвер се мора пројектовати тако да задовољи потребе свих учесника у образовном процесу. Ученицима се мора обезбедити једноставност у коришћењу софтвера, као и висок степен очигледности наставног материјала који им се на овај начин презентује. Поред тога, софтвер треба да буде интересантан и стимулативан да би мотивисао ученике за учење (Virvou, Katsionis & Manos, 2005). Адекватно креиран образовни софтвер треба да постане интегрални део наставе и учења (Hinostroza & Mellar, 2001), јер доприноси бољем разумевању наставних садржаја (Akwee, Toili и Palapala 2012) и бољем разумевању биолошких појмова и процеса (Tsui & Treagust 2007; Siegle & Foster, 2001; Singh 2010).

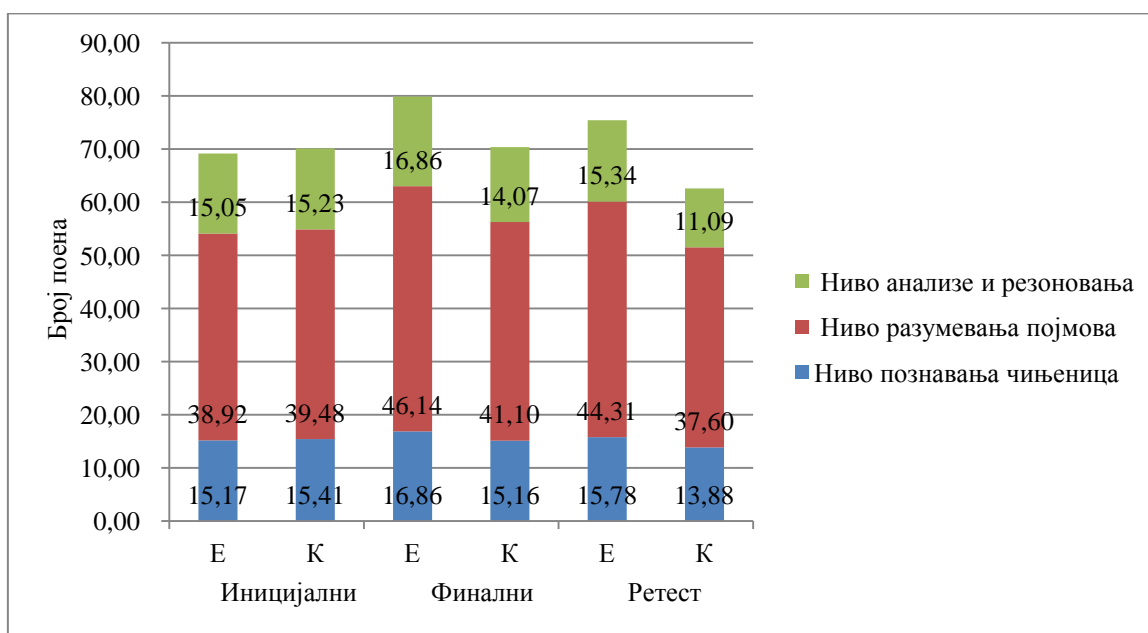
Истраживања о ефикасности примене образовних рачунарских софтвера у настави биологије у Републици Србији је веома мало. Разлог за то је недостатак образовних софтвера који су креирани за наставу, затим недостатак рачунара у школама као и неадекватна припремљеност наставника за примену савремене образовне технологије у настави (Drakulić i sar., 2011). Само неколико аутора су испитивали ефикасност примене мултимедијалних софтвера у настави биологије у поређењу са традиционалном наставом: Грујичић и Миљановић (2005), су га користили за реализацију наставне теме Скривеносеменице у 5. разреду основне школе; Терзић и Миљановић (2009а) и Терзић и Миљановић (2009б) у реализацији наставне теме Биологија развића животиња у III разреду гимназије; Одацић и сар., (2011) у реализацији наставне теме Ћелијска деоба у првом разреду гимназије и Županec и сар. (2013) у реализацији наставне подтеме Хордати у VI разреду основне школе. Резултати наведених истраживања су показали да је примена овакавог модел учења у настави биологије много ефикаснији од традиционалног учења, у погледу квалитета, трајности и применљивости знања ученика.

Примена ОРС–а у настави биологије даје веома позитивне ефекте у погледу разумевања и најтежих садржаја, могућности примене знања и трајности стеченог знања. На основу резултата многих аутора (Virvou, Katsionis & Manos, 2005; Aldag & Sezgin, 2002; Hall, 2012; Mayer & Moreno, 2002; Matray & Proulx, 1995; Tsui & Treagust 2003; McClean et al., 2005) може се констатовати да примена ОРС–а показује значајне предности и веће могућности у настави у односу на традиционално учење, како у погледу брзине учења, квалитета, трајности и применљивости знања тако и заинтересованости ученика за учење наставних садржаја.

Реализовано педагошко истраживање приказано у овој дисертацији је базирано на основним поставкама методологије педагошког истраживања у коме је примењена експериментална метода са паралелним групама. Његовом спровођењу претходило је уједначавање ученика Е и К групе по основу општег успеха и њиховог успеха из биологије на крају III разреда гимназије. Вредности Хи квадрат теста (χ^2 уз $p > .05$) су показале да не постоји статистички значајна разлика између ученика Е и К групе у наведеним варијаблима.

На почетку педагошког истраживања, извршено је такође иницијално тестирање ученика Е и К групе, у циљу њиховог уједначавања по основу претходног знања ученика из биологије. Поређење оствареног успеха ученика Е и К групе на *иницијалном тесту* знања, (Табела 4, Табела 5, Табела 6 и Графикон 3), показало је да не постоје статистички значајне разлике између две групе ученика, ни на појединачним когнитивним доменима ни на тесту у целини. Тиме су Е и К група уједначене на основу претходног знања ученика из биологије према способностима решавања питања и задатака различитог нивоа тежине. Из тих резултата такође произилази да је изабрани узорак валидно репрезентовао основни скуп, односно популацију ученика IV разреда гимназије.

Резултати ученика обе групе су континуирано праћени током истраживања анализом постигнуће ученика Е и К групе од иницијалног теста, преко финалног теста и ретесту. На Графикону 6 дат је упоредни приказ постигнућа ученика обе групе на сва три теста на појединачним когнитивним доменима и на тестовима знања у целини.



Графикон 6. Упоредни приказ постигнућа ученика Е и К групе на иницијалном тесту, финалном тесту и ретесту

Анализом резултата успеха ученика Е групе на појединачним когнитивним доменима на финалном тесту и ретесту у целини у односу на иницијални тест (Графикон 6), може се уочити њихов значајан напредак на задацима II и III нивоа знања и нешто мањи напредак у решавању задатака I когнитивног нивоа. Укупан успех ученика Е групе на оба теста (финалном тесту и ретесту) знатно је бољи у односу на њихов успех на иницијалном тесту. Напредак ученика Е групе током експерименталног истраживања на финалном тесту и ретесту у односу на ученике К групе је резултат примене образовног рачунарског софтвера припремљеног за обраду наставне теме *Механизми наслеђивања* и индивидуалног облика рада ученика на рачунару. Индивидуални облик рада више ангажује ученике од било ког другог облика рада у настави и омогућује испољавање њихове самосталности и креативности. Сваки ученик је самостално пролазио кроз софтвер у складу са својим могућностима и способностима, сопственим темпом рада све до потпуног усвајања предвиђених наставних садржаја.

Успех ученика К групе на финалном тесту и ретесту на појединачним когнитивним доменима и тестовима у целини није се значајно мењао у односу на њихово постигнуће на иницијалном тесту знања (Графикон 6). У овој групи је дошло до пада у постигнућу ученика. Знатно слабији успех ученика К групе на финалном тесту и ретесту у односу на успех ученика Е групе може се приписати начину реализације наставне теме *Механизми наслеђивања* у овој групи традиционалном наставом. Градиво наставне теме *Механизми наслеђивања* је изузетно комплексно и тешко за усвајање и разумевање, и захтева максимално ангажовање и активност ученика на часовима. Код великог броја ученика К групе је очигледно та активност изостала јер су они доминантно слушали излагање наставника, што је и резултирало њиховим слабијим постигнућем на тестовима знања.

Поређењем просечног успеха ученика Е групе на финалном тесту (79,85 поена) и ретесту (70,34 поена), разлика у њиховом постигнућу износи 9,51 поена. Ученици К групе су на ретесту постигли знатно слабији просечан успех (62,58 поена) у односу на финални тест (70,34 поена). Разлика између ова два теста у К групи износи 7,76 поена и знатно је већа него у Е групи. Разлике у постигнућу на финалном тесту и ретесту у обе групе могу се објаснити процесом заборављања које је ипак било веће у К групи у односу на Е групу.

Укупан успех ученика Е групе на финалном тесту и ретесту је знатно бољи у односу на њихов успех на иницијалном тесту. Напредак ученика Е групе током реализованог педагошког истраживања је резултат њиховог индивидуалног рада, коришћења рачунара и образовног софтвера у настави биологије у гимназији. Сваки ученик је радио индивидуално на рачунару и самостално користи могућности које му је пружао образовни софтвер током реализације наставне теме *Механизми наслеђивања*. Тиме су ученици на часовима биологије били много више ангажовани и активнији него током примене других облика и метода рада у настави. С друге стране, опште је познато да ученици воле рад на рачунару и да пуно времена проводе за рачунаром, иако то најчешће није у вези са учењем и наставом. Већина ученика сматра да им рачунар омогућава лакше и брже учење (Glušac et al., 2015). Због тога су они са одушевљењем прихватили коришћење рачунара у настави. Посебно су уживали у решавању квизова знања (у оквиру *Уводног предавања*) и тестова са повратним информацијама о тачности њихових одговора, што су били важни мотивациони фактори за успешније учење. Интеграција индивидуалног рада, примене рачунара и образовног софтвера у настави биологије довела је до интензивирања њихових активности и унапређивања наставе, а самим тим и њиховог бољег успеха у учењу и на финалном тесту и ретесту.

Анализом промена у постигнућу ученика Е и К групе од иницијалног теста преко финалног теста до ретеста **реализован је осми задатак истраживања**.

Остварена разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту у корист Е групе је показала да реализација адекватно одабраних биолошких садржаја применом образовног рачунарског софтвера доприноси повећању квантитета, квалитета и трајности знања ученика.

За испитивање ефекта интеракције фактора тестирања и фактора група, коришћена је комбинована анализа варијансе (3X2 Mixed-design ANOVA). У оквиру комбиноване анализе варијансе, анализирајући ефекат интеракције мерења (тестирања) и групе (Е и К) које се разликују по основу примењеног модела наставе, утврђена је значајна разлика између група у промени постигнућа ученика током сва три мерења, како на појединачним когнитивним доменима, тако и на тестовима у целини. Промена у постигнућу ученика од иницијалног теста, преко финалног теста до ретеста постоји и она је различита у различитим групама и статистички је значајна, како на појединачним когнитивним доменима (I домен: Вилкс Ламбда= ,863; F=16,647; df=2/170; p< ,001; II домен: Вилкс Ламбда= ,616; F=53,073; df=2/170; p< ,001; III домен: Вилкс Ламбда= ,623; F=51,386; df=2/170; p< ,001), тако и на тестовима у целини (Вилкс Ламбда= ,528; F=75,846; df=2/170; p< ,001).

У циљу испитивања значајности разлика у постигнућу ученика током различитих тестирања, од иницијалног теста преко финалног теста до ретеста (на појединачним когнитивним доменима и на тестовима у целини) у оквиру појединачних група ученика (Е и К групе) спроведена је анализа варијансе за поновљена мерења (ANOVA).

Табела 13. АНОВА за поновљена мерења у оквиру сваке групе

Група	Поновљена мерења	Вредност Вилковске ламбде	F	df	p*
Е	I ниво знања на тестовима	,392	65,875	2/85	,000
	II ниво знања на тестовима	,181	191,676	2/85	,000
	III ниво знања на тестовима	,291	103,723	2/85	,000
	Укупно на тестовима	,172	204,908	2/85	,000
К	I ниво знања на тестовима	,487	44,321	2/84	,000
	II ниво знања на тестовима	,252	124,572	2/84	,000
	III ниво знања на тестовима	,234	137,855	2/84	,000
	Укупно на тестовима	,211	157,318	2/84	,000

*p < ,001; **p< ,01; ***p< ,05

На основу добијених статистичких параметара, (Табела 13), може се констатовати да у обе групе (Е и у К) постоје статистички значајне разлике између два мерења (тестирања), како на појединачним когнитивним доменима, тако и на тестовима у целини (p< ,001). Анализом варијансе поновљених мерења утврђен је велики утицај експерименталне методе на резултате теста.

Да би утврдили између којих мерења тј. тестирања (по нивоима и на тесту у целини) у оквиру сваке појединачне групе (К и Е) постоји статистички значајна разлика и у ком смеру су ишле те промене, коришћени су LSD тестови контрастирања.

У Табели 14. су приказане промене у постигнућу ученика Е групе од иницијалног теста преко финалног теста до ретеста.

Табела 14. Промене у постигнућу ученика Е групе на тестовима знања током педагошког истраживања

Е група	Тестови:	Разлика аритметичких средина	Стандардна грешка	р
I ниво	Иницијални тест и финални тест	-1,678	,249	,000*
	Иницијални тест и ретест	-,609	,270	,0026***
	Финални тест и ретест	1,069	,112	,000*
II ниво	Иницијални тест и финални тест	-7,218	,432	,000*
	Иницијални тест и ретест	-5,391	,494	,000*
	Финални тест и ретест	1,828	,204	,000*
III ниво	Иницијални тест и финални тест	-1,805	,298	,000*
	Иницијални тест и ретест	-,299	,319	,351
	Финални тест и ретест	1,506	,114	,000*
Укупно	Иницијални тест и финални тест	-11,034	,799	,000*
	Иницијални тест и ретест	-6,724	,822	,000*
	Финални тест и ретест	4,310	,287	,000*

* $p < ,001$; ** $p < ,01$; *** $p < ,05$

Анализом резултата из Табеле 14, може се констатовати да су ученици Е групе на финалном тесту и на ретесту (на појединачним когнитивним доменима и на тесту у целини) значајно напредовали у односу на иницијални тест (на појединачним когнитивним доменима и на тесту у целини). То се може приписати примени активних метода (примена ОРС-а) и облика рада (индивидуалног облика рада) у настави биологије. Коришћени LSD тестови контрастирања прецизније су одредили да у Е групи постоје статистички значајне разлике у постигнућу између иницијалног и финалног теста на појединачним когнитивним доменима и на тесту у целини ($p < ,001$), у корист финалног теста знања. (Табела 14),

Поређењем разлике у постигнућу ученика Е групе на иницијалном тесту и ретесту, уочава се да је остварена разлика статистички значајна за когнитивни домен I, когнитивни домен II и на тесту у целини ($p < ,001$), али не и за когнитивни домен III. На основу тога се може констатовати да постоји напредак у постигнућу ученика на ретесту у односу на иницијални тест, у оквиру два когнитивна нивоа (I и II) и на тесту у целини. С обзиром да разлика у постигнућу ученика Е групе на иницијалном тесту и ретесту у оквиру III когнитивног домена није статистички значајна ($p > ,05$), може се констатовати да није било промене у постигнућу ученика на ретесту у односу на иницијални тест у решавању задатака III нивоа (анализе и резоновања).

Анализом разлика у постигнућу ученика Е групе на ретесту у односу на финални тест, може се констатовати да је дошло до благог пада у постигнућу ученика на ретесту у односу на финални тест тј. да постоје статистички значајне разлике у постигнућу ученика Е групе између финалног теста и ретеста на појединачним когнитивним доменима и на тесту у целини ($p < ,001$). Ученици Е групе су на ретесту у целини и на појединачним когнитивним нивоима остварили нижи ниво знања у односу на финални тест. Пад у постигнућу ученика Е групе на ретесту у односу на финални тест може се објаснити процесом заборављања саржаја наставне теме Механизми наслеђивања који су обимни и апстрактни.

Промене у постигнућу ученика **К** групе од иницијалног теста преко финалног теста до ретеста су приказане у Табели 15.

Табела 15. Промене у постигнућу ученика К групе на тестовима знања током педагошког истраживања

К група	Тестови:	Разлика аритметичких средина	Стандардна грешка	Р
I ниво	Иницијални тест и финални тест	,256	,258	,324
	Иницијални тест и ретест	1,535	,259	,000*
	Финални тест и ретест	1,279	,146	,000*
II ниво	Иницијални тест и финални тест	-1,628	,462	,001**
	Иницијални тест и ретест	1,872	,506	,000*
	Финални тест и ретест	3,500	,224	,001**
III ниво	Иницијални тест и финални тест	1,163	,303	,000*
	Иницијални тест и ретест	4,140	,328	,000*
	Финални тест и ретест	2,977	,169	,000*
Укупно	Иницијални тест и финални тест	- ,700	,728	,924
	Иницијални тест и ретест	7,547	,826	,000*
	Финални тест и ретест	7,616	,427	,000*

* $p < ,001$; ** $p < ,01$; *** $p < ,05$

Анализом резултата из Табеле 15, може се констатовати да постоји статистички значајна разлика у постигнућу ученика на ретесту на сва три когнитивна домена и на ретесту у целини, у односу на иницијални и финални тест. Постигнуће ученика контролне групе на ретесту је статистички значајно ниже у односу на њихов успех на иницијалном тесту и финалном тесту (на појединачним когнитивним доменима и ретесту у целини). Пад у квантитету и квалитету знања ученика може се приписати недовољном активношћу и лабијом мотивацијом ученика при традиционалном начину рада у настави биологије.

Претходне констатације потврђују и резултати мултиваријантне анализе коваријансе за поновљена мерења (Mixed desing ANCOVA with repeated measures; General linear model) између субјеката (када се сва три мерења сагледавају заједно). Припадност групи (Е или К) представља фактор између субјеката (група), а општи успех ученика и њихов успех из биологије (с обзиром да су по овим параметрима ученици обе групе били уједначени) уврштени су као коваријабле са константним вредностима. Циљ је био да се утврди да ли постоји разлика између група када се зависне варијабле посматрају као линеарна комбинација.

Успех ученика из биологије када се посматрају све групе и сва мерења је повезан са постигнућем на тестовима (Вилкс Ламбда = ,964; $F = 3,140$; $df = 2/168$; $p < ,05$; $\eta = ,036$), док општи успех ученика није (Вилкс Ламбда = ,993; $F = ,626$; $df = 2/168$; $p > ,05$; $\eta = ,007$).

Посебно су интересантни подаци ефеката припадности групи и тестирања. Када се посматрају мерења свих зависних варијабли заједно, добијени резултати указују на то да се групе значајно разликују, а када узмемо у обзир сва три когнитивна домена квалитета знања постоји разлика између Е и К групе на сва три тестирања (Вилкс Ламбда = ,554; $F = 67,564$; $df = 2/168$; $p < ,001$; $\eta = ,446$).

Примењени модел учења садржаја из биологије у гимназији применом ОРС-а у Е групи, показао је позитивне ефекте на постигнућа ученика на финалном тесту и ретесту, у односу на традиционалан приступ учењу истих садржаја у К групи, у којој такви ефекти нису досегнути.

Правилник о наставном плану и програму за гимназију одређује, али и ограничава број часова за реализацију одређене наставне теме. Према Наставном

програму биологије у гимназији општег смера наставна тема *Механизми наслеђивања* обрађује се током 15 часова и укључује реализацију 10 наставних јединица, 2 експерименталне вежбе и 3 часа утврђивања градива (Службени гласник РС – Просветни гласник, 8, 2008). С обзиром на обим и дубину садржаја, веома је тешко квалитетно релизовати ову наставну тему у оквиру програмом предвиђеног броја часова. Решење овог проблема може бити у већем броју часова за утврђивање (понављање и систематизацију) градива него што је то предвиђено Наставним планом и програмом. Дужина памћења образовно-васпитних садржаја и њихово заборављање не зависе само од њихове природе, начина на који су ученицима презентовани, предзнања и интересовања ученика, већ и од редовног понављања и утврђивања градива и вредновања знања ученика (Niklanović et al., 2014).

У радовима бројних страних и домаћих аутора је потврђено да примена рачунара и образовног рачунарског софтвера у настави природних наука доприноси већој ефикасности наставе у односу на традиционалну наставу. Навешћемо неке од њих.

Ferguson и Charman (1993) су спровели истраживање са циљем испитивања ефикасности примене рачунарски подржаног учења и традиционалне наставе у реализацији наставне теме *Увод у генетику*. Резултати њиховог истраживања су показали да су ученици који су ову наставну тему учили применом образовног софтвера (Computer Assisted Genetic Instructor), остварили у просеку од 6 до 10 поена више на финалном тесту у односу на ученике контролне групе. Аутори су исакли да образовни софтвер, са тесовима интерактивног типа омогућава ученицима да се фокусирају на кључне аспекте биолошких процеса и разјасне нејасноће у обради наставне теме *Увод у генетику*.

У истраживању у првом и трећем разреду средње школе у Аустралији Tsui и Treagust (2005) су испитивали ефикасност примене мултимедијалног софтвера BioLogica у реализацији наставне теме *Генетика*. Циљ истраживања је био да се утврди разумевање основних појмова и процеса у генетици. Експеримент је трајао осам недеља, а након тога је реализовано on-line тестирање. Анализом резултата установљен је значајан напредак ученика, чиме је потврђена већа ефикасност учења применом мултимедијалних софтвера у настави.

Кага и Yesilyurt (2007) су спровели истраживање у првом разреду средње школе у Турској, с циљем испитивања ефикасности примене две врсте образовних софтвера (софтвере типа туторијала и игара) и традиционалне наставе у реализацији наставне теме *Генетика*. Узорак истраживања чинила су 72 ученика подељена у три групе. Експериментална група Е₁ је садржаје из генетике обрађивала применом софтвера типа туторијала (Rediscover Science And Math Softver), који је креиран тако да свака наставна јединица садржи: *текст, анимације, аудио запис, фотографије и активности по систему повратне спреге*. Експериментална група Е₂ наставу је реализовала применом софтвера типа образовних игара (Bioscopia), у коме је мисија ученика била да спасу младог научника, слажући пазле, упадајући у лабораторије, правећи антибиотике и слично. Трећа – контролна група (К) је садржаје наставне теме *Генетика* реализовала традиционалном наставом. Након реализацији садржаја из генетике у све три групе реализовано је финално тестирање. Просечно постигнуће ученика Е₁ групе на финалном тесту износило је 15,375 поена, Е₂ групе 12,375 и К групе 8,166. Установљена је статистички значајна разлика између група $F_{(2,69)} = 47,764$, $p < ,001$, а пост-хок анализа је показала да се Е₁ група статистички значајно разликује од Е₂ и К групе. У разумевању основних појмова из генетике најбоље резултате остварила је Е₁ група. Скалом ставова утврђено је да употреба софтвера типа игара развија позитивне ставове ученика према биологији.

У реализацији наставне теме *Молекуларна генетика* Rotbain, Marbach и Stavy (2007) су испитивали ефекте примене образовног рачунарско софтвера са анимацијама на укупно постигнуће ученика IV разреда средње школе, поредећи их са традиционалном наставом. Узорак овог истраживања је чинило укупно 177 ученика из Израела. Ученици Е групе су наставну тему обрађивали индивидуално, применом софтвера који је садржао инструкције, активности (типа цртање, бојење, допуњавање речи које недостају) и након сваке лекције тест знања. Ученици контролне групе су исте наставне садржаје обрадили традиционалном наставом. По реализацији експерименталног програма ученици су тестирани финалним тестом знања. Резултати истраживања су показали статистички значајан пораст постигнућа ученика Е групе (73 поена) на финалном тесту знања у односу на постигнуће ученика традиционалне групе (61 поен) ($F = 18,85$, $p < ,001$). Аутори су дошли до закључка да употреба рачунарског софтвера са анимацијама омогућују бољу перцепцију и визуелизацију апстрактних појмова из молекуларне генетике.

Starbek, Starčič и Erjavec Peklaj (2010) су испитивали ефикасност примене мултимедија у настави *Генетике* у поређењу са другима наставним методама. Узорак истраживања је чинило 468 ученика III и IV разреда средње школе из Словеније. Прва група ученика ($n = 112$) је предвиђене наставне садржаје усвајала традиционалном наставом, друга група ($n = 124$) искључиво читањем текста, трећа група ученика ($n = 115$) је користила мултимедијални софтвер са две кратке анимације, док је четврта група ученика ($n = 117$) учила самостално користећи текст допуњен илустрацијама. На почетку педагошког експеримента ученици су уједначени претестом. Након реализације експеримента ученици су тестирани посттестом, а пет недеља након тога примењен је ретест. Ученици треће и четврте групе су остварили много боље резултате у погледу квантитета знања, разумевања садржаја и ретенције знања. Аутори сматрају да се много бољи резултати у учењу могу постићи употребом мултимедијалних софтвера или барем илустрација у учењу садржаја из *Генетике*.

Akwee, Toili и Palapala (2012) су испитивали ефикасност рачунарски подржаног учења (СВТ), применом ОРС-а, у поређењу са традиционалном наставом при обради наставне теме *Генетика*. Узорак је чинило 240 ученика средњих школа у Кенији, а педагошки експеримент је трајао 4 недеље. Контролне групе ученика (K_1 , K_2 , K_3) су наставу реализовале традиционалним методама рада, а експерименталне (E_1 , E_2 , E_3) применом софтвера са анимацијама и илустрацијама. На почетку експеримента групе су уједначене иницијалним тестом, а након завршетка педагошког експеримента спроведено је финално тестирање ученика свих Е и К група. Поређењем резултата иницијалног и финалног теста Е групе ($t = 4,33$, $t_{crit} = 1,658$ **: $p < .05$) и К групе ($t = 1,48$, $t_{crit} = 1,289$ *: $p < .1$) установљена је значајност разлика између група, чиме је потврђена хипотеза да је употреба ОРС-а допринела бољем разумевању наставних садржаја из генетике.

Williams, Montgomery и Manokore (2012) су истраживали ефикасност примене образовног софтвера у Web окружењу (Web-based Science Inquiry Environment – WISE) у разумевању *Механизма наслеђивања* и *Ћелијске деобе*. Узорак је чинило 209 ученика средње школе. У истраживању је примењен тест разумевања механизма наслеђивања и ћелијске деобе. Резултати истраживања су потврдили значајан напредак ученика на пост-тесту у односу на пре-тест ($t = 25,11$, $p < .0001$, $d = 1,78$). Аутори су у раду истакли да примењени софтвер доприноси бољем разумевању градива, али да ученици имају проблема при повезивању процеса мејозе и преноса наследног материјала.

Mahmood и Mirza (2012) су спровели педагошки експеримент ради утврђивања ефикасности примене образовног софтвера, подучавањем помоћу рачунара (Computer Assisted Instruction – CAI) у Е групи, у поређењу са традиционалном наставом у К

групи. Узорак је чинило 40 ученика средње школе у Пакистану. Експеримент је трајао два месеца, а обухватио је реализацију наставних тема из *Науке* (физике, биологије и хемије). Након тога је спроведено тестирање финалним тестом постигнућа са три когнитивна домена: знање, разумевање и примена знања. Резултати истраживања су показали да су ученици Е групе на сва три когнитивна домена остварили бољи успех од ученика К групе. Остварена разлика у постигнућу ученика Е и К групе на тесту у целини је статистички значајна ($t = 6,200$, $p = ,000$). На когнитивном домену – знање чињеница $t = 3,384$, $p = ,003$, на когнитивном домену – разумевање појмова $t = 3,361$, $p = ,003$, а на когнитивном домену примене знања $t = 3,372$, $p = ,003$. Поређењем постигнућа ученика Е и К групе из биологије, хемије и физике констатоване су статистички значајне разлике (биологија ($t = 5,731$, $p = ,000$), хемија ($t = 3,350$, $p = ,003$), физика ($t = 2,699$, $p = ,015$)). Аутори су истакли да је примена рачунара у настави природних наука у средњој школи много бољи и ефикаснији начин рада од традиционалне наставе.

Siegle и Foster (2001) су истраживали ефикасност примене мултимедијалног образовног софтвера у поређењу са традиционалном наставом, у реализацији садржаја наставних предмета *Анатомија* и *Физиологија* на медицинском факултету. Експериментални програм је трајао током целе школске године, обухватио је сва четири семестра, у току којих је вршена ротација експерименталног фактора, свака група је користила софтвер по два семестра, а у преостала два семестра је реализовала наставу традиционалним методама рада. Поређење резултата рада је вршено након сваког семестра. Анализом добијених резултата установљено је да постоји значајност разлика између група. Група која је наставне садржаје усвајала употребом образовног софтвера постигла је боље резултате у погледу знања и разумевања садржаја из анатомије и физиологије. По завршетку педагошког експеримента извршена је анализа укупних постигнућа ученика обе групе и установљено је да не постоји статистички значајна разлика између група, $F_{(1, 25)} = 4,06$, $p = ,06$, чиме су аутори потврдили ефикасност примене образовног рачунарског софтвера у настави анатомије и физиологије на студијама медицине.

У реализацији наставне јединице *Деоба ћелије – митоза и мејоза* Günes и Çelikler (2010) су испитивали ефекте два експериментална модела наставе (наставе моделовања – НМ и рачунарски подржане наставе – РПН) на укупно постигнуће студената друге године Учитељског факултета, поредећи их са традиционалном наставом али и једну са другом. Узорак овог истраживања је чинило укупно 132 студента. Студенти НМ групе су правили моделе апстрактних појмова (хромозома, тетрада, синапси, кросинг овера, деобне равни) користећи пластелин, вуницу, перле, жице и дугмад док су студенти групе РПН обрађивали ову наставну јединицу уз помоћ образовног софтвера. Резултати експеримента су показали да су студенти групе НМ и групе РПН на финалном тесту знања били значајно успешнији од групе студената која је учила традиционалном наставом, што показују израчунате t вредности (за наставу моделовања $t = -12,576$, $\text{sig.} = ,000$, $p < ,05$; за рачунарски подржану наставу $t = 6,923$, $\text{sig.} = ,000$, $p < ,05$). Међутим, иако је група РПН била значајно боља у односу на традиционалну групу, она је у исто време била значајно лошија у односу на групу у којој је примењена настава моделовања: $t = -6,487$, $\text{sig.} = ,000$, $p < ,05$). Како су обе експерименталне групе (НМ и РПН) оствариле значајно боље резултате у односу на К групу, јасно је да визуелна помагала као што су наставни софтвер, рачунарске анимације, постери и модели омогућају бољу перцепцију и визуелизацију апстрактних појмова у настави биологије.

Yusuf и Afolabi (2010) су испитивали ефикасност примене рачунарски подржане наставе уз помоћ рачунара у односу на традиционалну наставу. Узорак је чинило 120

ученика првог разреда средње школе из Нигерије. Педагошки експеримент је обухватио реализацију наставних садржаја из *Екологије*. Е₁ група је наставне садржаје из екологије обрађивала индивидуалном наставом уз помоћ рачунара, Е₂ група је исте садржаје обрађивала групним обликом рада, наставом уз помоћ рачунара, док је К група исте наставне садржаје обрађивала традиционалном наставом. Анализом коваријансе установљено је да постоји статистички значајна разлика у постигнућу у корист ученика обе експерименталне групе ($F = 36,920$, $\alpha = ,000$). Scheffe тестом поређена је ефикасност два експериментална модела наставе у односу на постигнуће ученика. Анализом његових резултата аутори су извели закључак да је групни облик рада рачунарски подржане наставе, много ефикаснији од индивидуално примењене рачунарски подржане наставе.

Singh (2010) је испитивао ефикасност примене мултимедијалног софтвера у поређењу са традиционалном наставом. Узорак је чинило 100 ученика III разреда средње школе у Индији, а експеримент је обухватио реализацију наставне теме *Физиологија биљака (Фотосинтеза и Дисање биљака)*. Мултимедијални софтвер примењен у Е групи је био обликован у складу са дидактичко-психолошким принципима, градиво је конципирано од једноставнијег ка сложенијем, од познатог ка непознатом, а након сваке наставне јединице следила су питања по систему повратне спреге. Ученици К групе су исту наставну тему обрађивала традиционалном наставом. Након реализације експерименталног програма спроведено је финално тестирање ученика Е и К групе. Резултати истраживања су показали да постоји статистички значајна разлика у погледу знања и разумевања градива у корист Е групе ($t = 7,95$, $\text{sig.} = ,000$, $p < ,01$). Аутор је упоредио резултате иницијалног и финалног теста обе групе ученика и дошао до закључка да је остварен много већи напредак у погледу знања и разумевања појмова код ученика Е групе ($t = 13,90$, $\text{sig.} = ,000$, $p < ,01$) у поређењу са резултатима К групе где није остварена статистички значајна разлика ($t = 1,95$, $p > ,01$). Аутор је истакао да употреба мултимедијалног софтвера у настави биологије доприноси бољем знању и разумевању појмова из *Физиологије биљака*, као и да омогућава ученицима да освоје већи број поена на тестовима знања.

Експериментално истраживање о ефикасности ОРС-а у настави биологије у односу на традиционалну наставу спроведено у овој докторској дисертацији дало је резултате који су сагласни са истраживањима наведених аутора. Примена ОРС-а у настави биологије у Е групи током реализације наставне теме *Механизми наслеђивања* у гимназији дала је позитивне ефекте у погледу разумевања, могућности примене знања и трајности знања у односу на К групу. На основу резултата многих аутора (Rowe & Gregor, 1999; Lee, 2001; Tsai & Chou, 2002; Powell, Aeby, & Carpenter-Aebys, 2003; Kara, 2008; Haңcer & Tüzeman, 2008; Buckley et al., 2010; Philip et al., 2011; Efe & Efe, 2011; Cheng, et al., 2012) применом ОРС-а у настави повећавају се постигнућа ученика и брзина учења, омогућава се разумевање апстрактних појава и процеса и расте мотивација ученика за учење. Због свих предности и позитивних ефеката у циљу унапређења наставе потребно је организовано радити на увођењу рачунара и рачунарских софтвера у наставу биологије и других природних и друштвених наука и у нашој земљи на свим нивоима образовања.

4.5. Анализа анкете ученика експерименталне групе о примени ОРС-а у настави биологије

Да би учење било успешно и ефикасно ученик треба да буде мотивисан. Учење се јавља као одговор на унутрашњу или спољашњу мотивацију. Мотивација је у процесу учења веома битан фактор, јер ако су мотивисани и заинтересовани ученици су активнији на часовима, а самим тим и мисаоно ангажованији и имају жељу за новим сазнањима из биологије. На мотивацију и интересовање ученика за учење утичу многобројни фактори, а један од њих је и начин презентовања наставног садржаја односно креативност у организацији образовно-васпитног процеса од стране наставника. Различити наставни модели у учењу биологије у наставној пракси показују различите ефекте на интересовања и ставове ученика према биологији као науци и наставном предмету (Tsui & Treagust, 2004).

За већину ученика Е групе примењени модел наставе/учења биологије представљао је новину, у односу раније часове биологије у гимназији. Да би сагледали како је примена образовно-рачунарског софтвера утицала на мотивацију ученика на часовима биологије, као и њихово мишљење о квалитету примењеног модела наставе/учења спровели смо анкету за ученике Е групе. Анкета је спроведена по завршетку експерименталног истраживања, на узорку од 87 ученика. У оквиру анализе одговора на постављена питања из анкете, направљена је такође корелација између појединих контекстуалних варијабли: општих ставова о учењу биологије, ставова о учењу биологије на традиционалан и иновативан начин, ставова о квалитету образовног софтвера и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту знања.

Анкета (Прилог 7.3.) је садржала 9 питања (4 питања затвореног типа, 2 питања отвореног типа и 3 питања по типу Ликертове скале ставова). Питања су се односила на:

- Испитивање општих ставова ученика Е групе о наставном предмету биологија.
- Испитивање ставова ученика Е групе о часовима биологије пре увођења ОРС-а.
- Испитивање ставова ученика Е групе о садржајима наставне теме Механизми наслеђивања.
- Испитивање ставова ученика Е групе о учењу биологије применом ОРС-а Механизми наслеђивања.
- Испитивање ставова ученика Е групе о квалитету ОРС-а Механизми наслеђивања коришћеног током педагошког истраживања.
- Испитивање ставова ученика Е групе о разумевању појмова и процеса применом ОРС-а Механизми наслеђивања у настави биологије.
- Испитивање мишљења ученика о реализацији наставне теме Механизми наслеђивања применом ОРС-а.
- Испитивање ставова ученика Е групе о најефикаснијем начину учења биологије.

Статистичка обрада података добијених у анкети за ученике Е групе извршена је коришћењем статистичког пакета SPSS 19.0.

4.5.1. Ставови ученика Е групе о наставном предмету биологија

Настава биологије у којој доминира фронтални, а занемарују се индивидуални и други облици кооперативног рада и у којој влада несклад између нивоа развијености ученика и његовог биолошког знања, с једне стране и нивоа реализације те наставе, с друге стране, неминовно води неуспеху (Дракулућ и сар., 2011). Применом савремених наставних метода подстиче се самосталност, креативност, интензивније се развијају њихове способности праћења, учачања, упоређивања, узрочно–последичног повезивања појава, процеса и односа и врши оспособљавање ученика за самообразовање.

Сматра се да је став ученика према неком наставном предмету најчешће и показатељ њиховог постигнућа у настави. Стога се од ученика Е групе тражило да изнесу своје ставове о наставном предмету биологија, тј. да оцене колико су успешни у учењу биологије, да ли имају потешкоћа током учења, на који начин најлакше уче... Питање је конструисано по типу петостепене Ликертове скале. У овом питању скала ставова имала је пет тврдњи, а одговори су бодовани од 5 (у потпуности се слажем) до 1 (уопште се не слажем). Дистрибуција одговора ученика Е групе о биологији као наставном предмету за сваку појединачну тврдњу приказана је у Табели 16.

Табела 16. Ставови ученика Е групе о биологији као наставном предмету

Бр.	Тврдње	\bar{X}	У потпуности се слажем (5)	Слажем се (4)	Нисам сигуран (3)	Не слажем се (2)	Уопште се не слажем (1)
1.	Лако постижем добар успех из биологије	3,77	21,80%	40,20%	31,01%	6,90%	,00%
2.	Није ми тешко да учим биологију.	3,64	23,00%	34,50%	28,70%	11,50%	2,30%
3.	Биологију најлакше учим кад истражујем сам или у групи.	3,69	29,90%	28,70%	24,10%	14,90%	2,30%
4.	Биологија је тешка за учење.	2,40	1,10%	12,60%	35,60%	26,40%	24,10%
5.	Биологија је досадна.	1,72	2,30%	6,90%	6,90%	28,70%	55,20%

Анализом одговора ученика на ово питање (Табела 16) учача се да већина ученика има позитиван став о учењу биологије. То потврђују високе скалне вредности за: њихово лако постизање доброг успеха из биологије (скална вредност 3,77), учење биологије без тешкоћа (скална вредност 3,64) и најлакше учење биологије индивидуално или у групи ученика (скална вредност 3,69). Скоро половина анкетинарних ученика сматра да је биологија тешка за учење (скална вредност 2,40). Најмање прихваћена тврдња је *Биологија је досадна*, (скална вредност 1,72) са којом се уопште не слаже 55,20%, и не слаже се 28,70% ученика.

На основу изложених резултата може се констатовати да ученици имају веома позитиван став о биологији као наставном предмету (о учењу биологије), при чему велики број ученика сматра да је градиво биологије тешко за учење.

Због тога је било интересантно сагледати да ли постоји повезаност између општег става ученика о учењу биологије и остварених резултата на финалном тесту знања. Одговори ученика на ово питање су приказани у Табели 17.

Табела 17. Повезаност општег става ученика Е групе о учењу биологије и остварених резултата на финалном тесту знања

Тврдње	Просечно постигнуће на финалном тесту знања	
	Пирсонов коефицијент корелације	
Лако постижем добар успех из биологије	$r = ,560^{**}$	$p = ,000$
Није ми тешко да учим биологију.	$r = 0,393^{**}$	$p = ,000$
Биологију најлакше учим кад истражујем сам или у групи.	$r = 0,291^{**}$	$p = ,003$
Биологија је тешка за учење.	$r = - 0,352^{**}$	$p = ,001$
Биологија је досадна.	$r = - 0,307^{**}$	$p = ,004$

Sig. ^{**} $p < ,01$; Sig. ^{*} $p < ,05$

Добијене вредности Пирсоновог коефицијента корелације показују да постоји статистички значајна веза између ставова ученика Е групе за сваку појединачну тврдњу о учењу биологије и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту. Знатно веће постигнуће на финалном тесту остварили су: ученици који сматрају да лако постижу добар успех из биологије ($r = ,560$, $p = ,000$), затим ученици којима није тешко да уче биологију ($r = ,393$, $p = ,000$) и ученици који најлакше уче биологију самостално или у групи ($r = ,291$, $p = ,003$). Знатно слабији успех на финалном тесту су остварили: ученици који сматрају да им је биологија тешка за учење ($r = - ,352$, $p = ,001$), као и ученици којима је биологија досадна ($r = - ,307$, $p = ,004$).

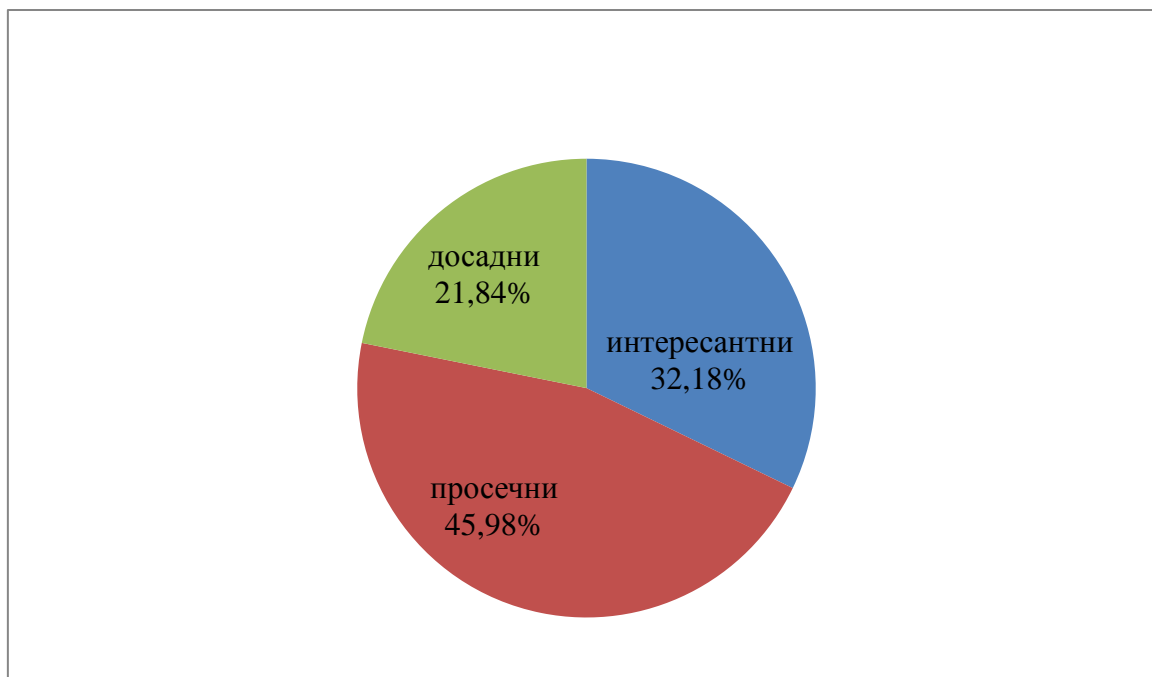
Анализом ставова ученика Е групе о наставном предмету биологија *реализован је девети задатак истраживања.*

4.5.2. Ставови ученика Е групе о часовима биологије пре увођења ОРС-а

Да би сагледали ставове ученика о претходним часовима биологије пре примене ОРС-а, постављено им је питање *Какви су ти били раније часови биологије?*, са понуђеним одговорима: интересантни, просечни или досадни. Одговори ученика на ово питање представљени су у Табели 18 и на Графикону 7.

Табела 18. Одговори ученика Е групе на питање *Какви су ти били ранији часови биологије (пре примене ОРС-а)*

Какви су ти били раније часови биологије?	f (N)	%
Интересантни	28	32,18
Просечни	40	45,98
Досадни	19	21,84



Графикон 7. Одговори ученика Е групе на питање *Какви су ти били ранији часови биологије (пре примене ОРС-а)*

Одговори ученика (Табела 18, Графикон 7) показују да су за 28 ученика (32,18%) ранији часови биологије били интересантни, за 40 ученика (45,98%) часови су били просечни, а за 19 ученика (21,84%) ранији часови биологије су били досадни. Ови резултати показују да већина ученика није заинтресована за класичну наставу и да се они досађују на часовима. Мотивација ученика за наставу се може обезбедити ангажовањем наставника у припреми и примени разноврсних модела наставе/учења који подржавају њихову већу активност на часовима, практичну и истраживачку делатност у проучавању биолошких појава и процеса. Како би се то постигло, неопходно је умрежити различите изворе знања из биологије – од текстуалних (учбеника, енциклопедија, часописа) до виртуелних садржаја (филмова, компјутерских симулација и анимација)...

Анализом ставова ученика Е групе о ранијим часовима биологије (пре примене ОРС-а у овој групи) **реализован је десети задатак истраживања.**

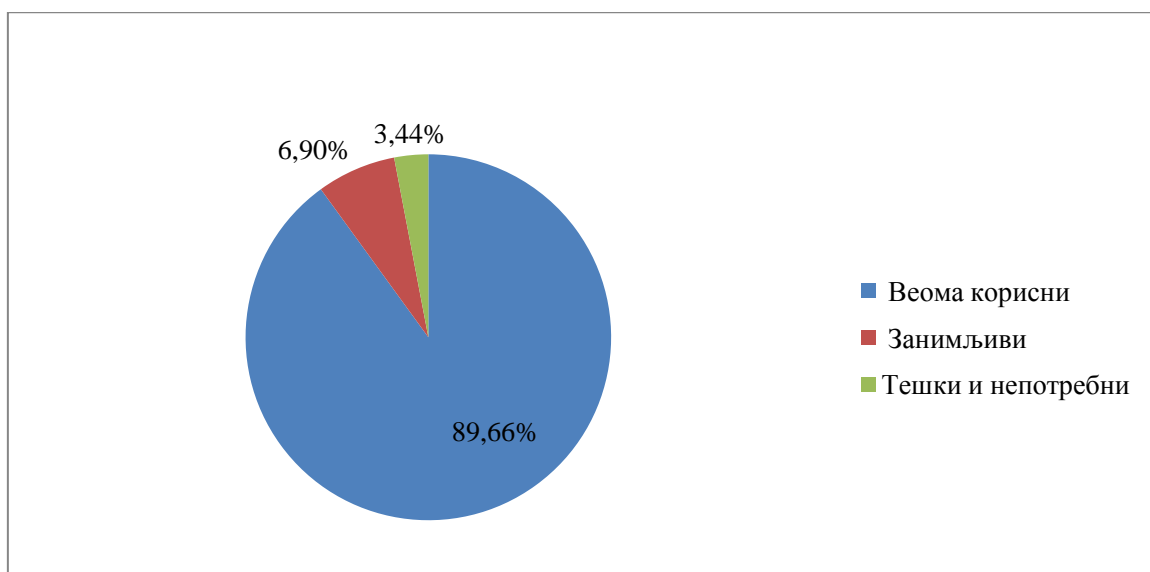
4.5.3. Ставови ученика Е групе о садржајима наставне теме *Механизми наслеђивања*

Садржаји наставне теме *Механизми наслеђивања* су за већину ученика тешки, неразумљиви и апстрактни. У реализацији ове наставне теме велики проблем представљају нови појмови (генотип, фенотип, алел, хомозигот, хетерозигот, полиген,...), а још већи проблем представља разумевање комплексних генетичких феномена као што су успостављање веза између гена, алела и сегрегације хромозома (Lewis & Wood–Robinson, 2000; Marbach–Ad & Stavy, 2000). Без успостављања везе између кључних генетичких појмова и процеса ученици остају на најнижем когнитивном нивоу знања (нивоу познавања чињеница). Следећи проблеми са којим се ученици суочавају је примена Менделових правила, конструисање родословних стабала и њихово тумачење и анализа. Ученици посебно тешко савладавају градиво из

популационе генетике за чије разумевање је потребно детаљно познавање основних типова наслеђивања особина и разумевање садржаја трансмисионе генетике. Ученици такође имају велике потешкоће у решавању задатака у оквиру овог дела градива, јер задаци захтевају примену знања у новим и непознатим ситуацијама. Они одговарају задацима највиших когнитивних домена Блумове таксономије (евалуацији и креацији). Због свега наведеног нас је интересовало мишљење ученика Е групе (који су наставну тему реализовали применом ОРС-а) о садржајима наставне теме *Механизми наслеђивања*. Дистрибуција одговора ученика Е групе о томе приказана је у Табели 19 и на Графикону 8.

Табела 19. Одговори ученика Е групе на питање о садржајима наставне теме *Механизми наслеђивања*

Садржаји наставни теме <i>Механизми наслеђивања</i> су :	f (N)	%
Веома корисни	78	89,66
Занимљиви	6	6,90
Тешки и непотребни	3	3,44



Графикон 8. Одговори ученика Е групе на питање о садржајима наставне теме *Механизми наслеђивања*

Одговори ученика Е групе о садржајима наставне теме *Механизми наслеђивања* показују да су за већину ученика (78 ученика или 89,66%) садржаји наставне теме *Механизми наслеђивања* веома корисни, за 6 ученика (6,90%) су они занимљиви и за само 3 ученика (3,44%) су тешки и непотребни. Веома позитивно мишљење ученика о садржајима наставне теме *Механизми наслеђивања* и њихово мишљење о учењу биологије применом ОРС-а показују да би применом адекватно обликованих образовних софтвера у настави биологије (током реализације садржаја из генетике) омогућила ученицима разумевање сложених појмова из биологије и генетике, веза између комплексних појава и процеса и могућности примене знања из генетике и биологије у свакодневном животу. Тиме би се значајно променили и ставови ученика о

значају биологије као наставног предмета. Како садржаји из биологије имају велики значај у општем образовању ученика, наставу треба организовати и реализовати на такав начин: да ученици уче самостално, да проналазе потребне информације, решавају проблеме, проверавају своје знање и буду перманентно обавештавани о успеху свог рада.

Анализом ставова ученика Е групе о садржајима наставне теме Механизми наслеђивања *реализован је једанаести задатак истраживања.*

4.5.4. Ставови ученика Е групе о учењу биологије применом ОРС-а Механизми наслеђивања

У следећем питању од ученика се тражило да изнесу своје мишљење о учењу биологије применом ОРС-а. Одговором ученика на ово питање сагледана је њихова: заинтересованост на часовима биологије, могућност да у краћем временском периоду науче више, да ли је то лакши и ефикаснији начин учења и њихова жеља да и друге наставне теме из биологије уче на овакав начин. У овом питању скала ставова је имала шест тврдњи, а одговори ученика су бодовани од 5 (у потпуности се слажем) до 1 (уопште се не слажем). Дистрибуција одговора ученика Е групе о учењу биологије применом ОРС-а за сваку појединачну тврдњу приказана је у Табели 20.

Табела 20. Ставови ученика Е групе о учењу биологије применом ОРС-а

Бр.	Тврдње	\bar{X}	У потпуности се слажем (5)	Слажем се (4)	Нисам сигуран (3)	Не слажем се (2)	Уопште се не слажем (1)
1.	Часови биологије са применом образовног-рачунарског софтвера су ми били интересантни.	4,40	48,31%	43,69%	8,00%	,00%	,00%
2.	Овакав облик наставе биологије омогућио ми је да научим много више за краће време.	4,45	57,52%	32,18%	7,99%	2,21%	,00%
3.	Овакав начин учења биологије је веома добар и користан.	4,26	43,70%	42,50%	10,31%	3,39%	,00%
4.	Учење биологије уз помоћ ОРС-а ми је било тешко и напорно.	1,38	0,00%	2,31%	9,19%	12,60%	75,90%
5.	Примена ОРС-а на часовима биологије ми је омогућила да лакше научим и боље разумем наставне садржаје из биологије.	4,47	59,78%	28,69%	10,31%	1,22%	,00%
6.	Волео бих да и друге теме из биологије учим на овакав начин.	4,51	57,50%	35,60%	6,90%	,00%	,00%

Анализа добијених резултата показује да ученици имају позитиван општи однос према учењу биологије применом ОРС-а, али и позитиван став према његовој примени у настави биологије. Ову констатацију потврђују високе скалне вредности за тврдње: *Волео бих да и друге теме из биологије учимо на овакав начин* (скална вредност 4,51), *Примена ОРС-а на часовима биологије ми је омогућила да лакше научим и боље разумем наставне садржаје из биологије* (скална вредност 4,47), *Овакав облик наставе биологије омогућио ми је да научим много више за краће време* (скална вредност 4,45). Добијени резултати показују да је за више од 90% ученика Е групе овај модел наставе

биологије много ефикаснији од традиционалног начина учења и да доприноси бољем разумевању наставних садржаја. Изразито високе скалне вредности имају тврдње *Часови биологије применом рачунарског софтвера су ми били интересантни* (скална вредност 4,40), и *Овакав начин учења биологије је веома добар и користан* (скална вредност 4,26) Чак 92% анкетираних ученика сматра да су часови биологије преименом ОРС-а били интересантни, а 96,60% ученика сматра да је овакав начин учења биологије добар и користан. Ученици који су на обе претходне тврдње изнели негативне ставове вероватно нису навикли на самосталан рад и немају развијене радне навике. То су ученици које је тешко заинтересовати за учење. Најмање прихваћена тврдња је *Учење биологије уз помоћ ОРС-а ми је било тешко и напорно* (скална вредност 1,38). Она указује на жељу и спремност већине ученика (97,70%) за увођење савремених модела рада у наставу биологије.

Повезаност ставова ученика Е групе о примени ОРС-а и њиховог постигнућа на финалном тесту проверена је израчунавањем коефицијента корелације, и то, између свих појединачних тврдњи о ОРС-у и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту. Резултати повезаности ових варијабли приказани су у Табели 21.

Табела 21. Повезаност ставова ученика Е групе о учењу биологије применом ОРС-а
Механизми наслеђивања и остварених резултата на финалном тесту знања

Тврдње	Просечно постигнуће на финалном тесту знања	
	Пирсонов коефицијент корелације	
Часови биологије применом образовног-рачунарског софтвера су ми били интересантни.	$r = ,661^{**}$	$p = ,000$
Овакав облик наставе биологије омогућио ми је да научим много више за краће време.	$r = ,502^{**}$	$p = ,000$
Овакав начин учења биологије је веома добар и користан.	$r = ,399^{**}$	$p = ,000$
Учење биологије уз помоћ ОРС-а ми је било тешко и напорно.	$r = - ,267^*$	$p = ,012$
Примена ОРС-а на часовима биологије ми је омогућила да лакше научим и боље разумем наставне садржаје из биологије.	$r = ,265^*$	$p = ,013$
Волео бих да и друге теме из биологије учим на овакав начин.	$r = ,268^*$	$p = ,012$

Sig. ^{*} $p < ,01$ Sig. ^{*} $p < ,05$

Добијене вредности Пирсоновог коефицијента корелације показују да постоји статистички значајна веза између ставова ученика Е групе за сваку појединачну тврдњу о учењу биологије применом ОРС-а и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту. На просечно постигнуће ученика на финалном тесту знања највише су утицала два става (тврдње) ученика Е групе: *Часови биологије применом образовног-рачунарског софтвера су ми били интересантни* ($r = ,661$ $p = ,000$) и *Овакав облик наставе биологије омогућио ми је да научим много више за краће време* ($r = ,502$ $p = ,000$). То значи да су ученици који се слажу са наведеним тврдњама постигли много бољи резултат на финалном тесту. Висока корелација постоји и за тврдње: *Овакав начин учења биологије је веома добар и користан* ($r = ,399$ $p = ,000$), затим *Примена ОРС-а на часовима биологије ми је омогућила да лакше научим и боље разумем предвиђене наставне садржаје* ($r = ,265$ $p = ,013$) и *Волео бих да и друге теме из биологије учимо на овакав начин.* ($r = ,268$ $p = ,012$). Оне потврђују претпоставку да се применом ОРС-а постижу много бољи резултати у погледу квантитета и квалитета знања ученика и разумевања биолошких садржаја за много краће време у поређењу са

традиционалним методама рада. У погледу тврдње *Учење биологије уз помоћ ОРС-а ми је било тешко и напорно* ($r = - ,267$ $p = ,012$) може се закључити да су они ученици којима је овај модел рада био тежак и напоран, остварили статистички значајно слабији резултат на финалном тесту знања у односу на остале ученике.

На основу изложених резултата може се констатовати да су ученици заинтересовани за примену савремених модела у настави биологије, а посебно за примену рачунара и ОРС-а.

Анализом ставова ученика Е групе о учењу биологије применом ОРС-а **Механизми наслеђивања реализован је дванаести задатак истраживања.**

На основу анализе изложених резултата **потврђује се трећа хипотеза истраживања** према којој се очекује постојање корелације између ставова ученика Е групе о примени ОРС-а у настави биологије и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту.

4.5.5. Ставови ученика Е групе о квалитету ОРС-а Механизми наслеђивања коришћеног током педагошког истраживања

Издавачка кућа Multisoft је прва код нас почела да издаје образовне софтвере за основну школу (www.multisoft.co.yu). За средњу школу исти издавач публиковао је само Физику за 1. разред. На нашем тржишту се 2005. године појавила нова издавачка кућа Кварк медија (www.kvarkmedia.co.yu) с интерактивним електронским уџбеницима за основну и средње школе и програмима за креирање тестова. Међутим, још увек нема истраживања о ефикасности њихове примене у настави.

Образовни садржај ОРС-а треба да се поклапа са наставним програмом. Његов садржај треба да поседује елементе који подстичу креативност и радозналост ученика, да омогући истраживачки приступ учењу и да на основу диференциране повратне спреге ученичких одговора омогући алтернативне облике излагања наставног градива. Садржина ОРС-а треба да буде адекватно методички обликована, тако да се разликује од начина излагања коришћењем других наставних средстава. Програм мора бити без садржинских, граматичких и синтактичких грешака, а градиво изложено поступно и разумљиво за ученике (Voskresenski, 2004). ОРС би требало креирати тако да се једноставно покреће и користи и да буде интерактиван. Пожељно је да ученик може да контролише ниво и брзину рада, задржавањем секвенци, да се креће унапред или уназад кроз програм (Lee, 2001). На постављена питања програм коректно вреднује одговоре ученика и на основу њих подешава даљи ток одвијања процеса учења. Програм предвиђа да помогне ученику да дође до тачних одговора: директно или пружајући додатне инструкције и објашњења. На основу датих одговора програм може дати педагошки суд о кориснику (Nardljanski, 2008). Ученици који добију добро структурирану мултимедијалну поруку у ОРС-у би требало да успешније ураде задатке у којима се тражи примена стеченог знања, од ученика који ту поруку добијају само у вербалном облику (Mauger, 2001).

Да би постигли максималан ефекат примене образовног софтвера у настави потребно је конструисати софтвер који уважава принципе примерености, очигледности, јасности, оријентисаности ка циљу и исходима учења и самоиницијативности ученика. Једино тако ће се постићи заинтересованост ученика, активирање за самосталан рад и провера и корекција усвојеног знања. Адекватно конструисан и обликован софтвер може допринети унапређењу и модернизацији наставе биологије.

Да бисмо сагледали колико је образовни софтвер *Механизми наслеђивања* испунио наведене критеријуме, ученицима Е групе је постављено *питање* у коме су

они изнели своје ставове о структури, дизајну и целокупном изгледу софтвера који су користили на часовима биологије током експерименталног истраживања. Скала ставова о изгледу и коришћењу образовног софтвера имала је 9 тврдњи. Дистрибуција резултата тј. одговора ученика Е групе за сваку тврдњу приказана је у Табели 22.

Табела 22. Ставови ученика Е групе о квалитету образовног софтвера Механизми наслеђивања

Бр.	Тврдње:	\bar{X}	У потпуности се слажем (5)	Слажем се (4)	Нисам сигуран (3)	Не слажем се (2)	Уопште се не слажем (1)
1.	Лако сам користио образовни софтвер.	4,57	57,50%	42,50%	,00%	,00%	,00%
2.	Изглед интерфејса слајдова ми се допао.	4,61	60,88%	39,12%	,00%	,00%	,00%
3.	Свидело ми се што смо часове започињали квизом.	4,40	47,10%	47,10%	4,60%	1,10%	,00%
4.	Учење лекција ми је било лако и занимљиво.	4,48	55,19%	37,89%	6,92%	,00%	,00%
5.	Свиделе су ми се вежбе и анимација на рачунару.	4,61	62,11%	36,79%	1,10%	,00%	,00%
6.	Завршни тестови после сваке лекције су ми били занимљиви, лаки и корисни.	4,47	54,00%	39,10%	6,90%	,00%	,00%
7.	Слике приказане у „Галерији“ су ми помогле да боље научим градиво.	4,47	56,30%	35,60%	6,89%	1,21%	,00%
8.	„Занимљивости“ сам читао са интересовањем.	4,47	52,90%	41,10%	5,70%	,00%	,00%
9.	Завршни тест ми је помогао да остварим бољи успех на контролном задатку.	4,36	46,90%	45,10%	5,70%	2,30%	,00%

На основу добијених резултата од свих наведених тврдњи највишу скалну вредност (4,61) имале су тврдње *Изглед интерфејса слајдова ми се допао* и *Свиделе су ми се вежбе и анимација на рачунару*. То указује да се свим ученицима Е групе (100%) свидео изглед софтвера (слике, схеме, типови задатака...), као и да су ученици врло радо прихватили активан начин рада кроз интерактивне вежбе и анимације. С обзиром да се ученицима свидео изглед и дизајн софтвера може се констатовати да је софтвер задовољио њихове захтеве. Свака наставна јединица се састојала од истих компонената (*Уводно предавање, Градиво, Тест, Занимљивости, Галерија*). У примењеном образовном софтверу наставни садржаји свих наставних јединица су илустровани сликама у боји, нови и непознати појмови су прецизно објашњени, у табелама јасно приказана сегрегација наследног материјала и приказани родослови са различитим примерима типова наслеђивања особина. Многи аутора истичу предност употребе анимација у настави генетике (Gordin & Pea, 1995; Windschitl, 1998; Matray & Proulx, 1995) и сматрају да софтвери са анимацијама могу илустровати основне појмове и процесе у генетици много јасније и ефикасније од статичних слика. Они такође истичу да анимације повећавају интересовање и мотивацију ученика у раду. Следећа највише прихваћена тврдња *Лако сам користио софтвер* (скална вредност 4,57) показује да софтвер у потпуности задовољава ученике различитих интелектуалних способности и могућности. Тврдње *Учење лекција ми је било лако и занимљиво* (скална вредност 4,48), *Завршни тестови после сваке лекције су ми били занимљиви, лаки и корисни*, *Слике приказане у „Галерији“ су ми помогле да боље научим градиво*, *„Занимљивости“ сам читао са интересовањем* (скална вредност 4,47 за све три тврдње) показују да су ученици спремни да прихвате нове начине наставе и учења биологије, а посебно

примену рачунара у настави и адекватно обликовање рачунарские софтвере. На основу ових резултата, може се констатовати да је визуелни начин учења доминантан за већину ученика. Презентовање наставног материјала преко слика, шема, графикона, и компјутерских симулација омогућава боље разумевање комплексних појава и процеса (Glušac et all., 2015). Тврдње: *Свидело ми се што смо часове започињали квизом* (скална вредност 4,40) и *Завршни тест ми је помогао да остварим бољи успех на контролном задатку* (скална вредност 4,36) показују да ученици имају позитивно мишљење о заступљености различитих типова задатака (питања са понуђеним једноструким и вишеструким одговорима, упиши тачан одговор, спој суд и појам, упиши израз, упиши број...) са „повратном спрегом“ кроз које се остварује потпуна интеракција. Ученицима се посебно свидело добијање повратне информације о тачности одговора, односно добијање допунске информације које им могу помоћи да дођу до тачног одговора. Они су на свим часовима били мотивисани и веома активно учествовали у раду. Посебно је интересантно да велики број ученика (92%) сматра да су им питања и задаци са завршног теста из генетике помогли да остваре бољи успех на финалном тесту. Опште је познато да ученици не воле часове понављања и утврђивања градива. Међутим, ученици су добро прихватили решавањем тестова у образовном софтверу, јер су имали утисак да проверавају своје знање кроз „игру“.

Да бисмо утврдили колико су ставови ученика Е групе о квалитету образовног софтвера утицали на њихово постигнуће на финалном тесту знања израчунат је коефицијент корелације за све појединачне тврдње из претходног питања. Добијени резултати су представљени у Табели 23.

На основу добијених вредности коефицијента корелације (Табела 23) може се уочити да су на просечно постигнуће ученика на финалном тесту знања, статистички значајно утицали њихови ставови о следеће четири тврдње: *Свидело ми се што смо часове започињали квизом* ($r = ,215^*$, $p = ,045$), *Учење лекција ми је било лако и занимљиво* ($r = ,243^*$, $p = ,023$), *Свиделе су ми се вежбе и анимација на рачунару* ($r = ,247^*$, $p = ,021$), и *Завршни тест ми је помогао да остварим бољи успех на контролном задатку*. ($r = ,237^*$, $p = ,011$). С обзиром да су ученици Е групе остварили висок успех на финалном тесту знања (79,85 поена) образовни рачунарски софтвер *Механизми наслеђивања* је испунио критеријуме добро осмишљеног и конципираног наставног софтвера.

Табела 23. Повезаност ставова ученика о квалитету ОРС-а и остварених резултата на финалном тесту знања

Тврдње	Просечно постигнуће на финалном тесту знања	
	Пирсонов коефицијент корелације	
Лако сам користио образовни софтвер.	$r = ,178$	$p = ,100$
Изглед интерфејса слајдова ми се допао.	$r = ,013$	$p = ,907$
Свидело ми се што смо часове започињали квизом.	$r = ,215^*$	$p = ,045$
Учење лекција ми је било лако и занимљиво.	$r = ,243^*$	$p = ,023$
Свиделе су ми се вежбе и анимација на рачунару.	$r = ,247^*$	$p = ,021$
Завршни тестови после сваке лекције су ми били занимљиви, лаки и корисни.	$r = ,152$	$p = ,159$
Слике приказане у „Галерији“ су ми помогле да боље научим градиво.	$r = ,149$	$p = ,169$
„Занимљивости“ сам читао са интересовањем.	$r = ,083$	$p = ,447$
Завршни тест ми је помогао да остварим бољи успех на контролном задатку.	$r = ,237^*$	$p = ,011$

Sig. * $p < ,01$ Sig. * $p < ,05$

Анализом ставова ученика Е групе о квалитету ОРС-а Механизми наслеђивања коришћеног током педагошког истраживања **реализован је тринаести задатак истраживања.**

На основу анализе изложених резултата **потврђује се четврта хипотеза истраживања** којом се очекује се постојање корелације између ставова ученика Е групе о квалитету ОРС-а и њиховог просечног постигнућа на финалном тесту.

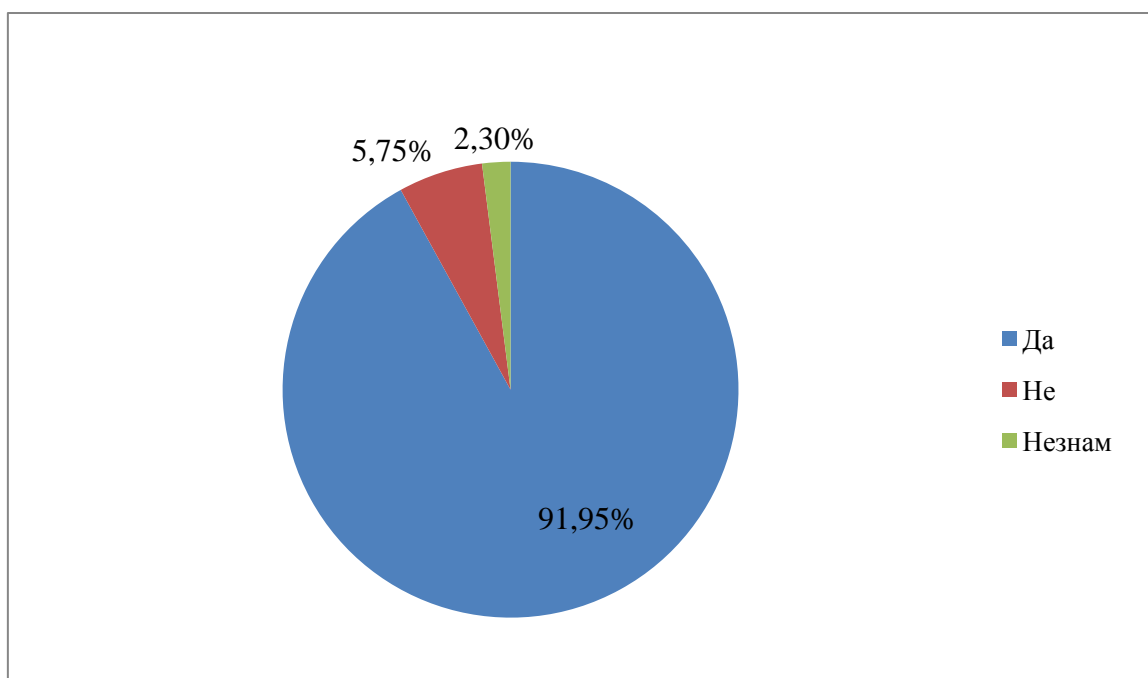
4.5.6. Ставови ученика Е групе о разумевању појмова и процеса применом ОРС-а Механизми наслеђивања у настави биологије

Постављањем ученицима питања *Да ли је примена ОРС-а у обради садржаја из генетике допринела бољем разумевању биолошких појмова и процеса?* сазнали смо да ли: примена активних облика и метода рада, слика, схема, графикона, анимација, интерактивних вежби и задатака олакшава разумевање градива наставне теме Механизми наслеђивања. Дистрибуција одговора ученика на ово питање приказана је у Табели 24 и на Графикону 9.

Анализом одговора ученика Е групе на ово питање утврђено је да чак 80 ученика (91,95%) сматра да примена ОРС-а доприноси бољем разумевању биолошких појмова и процеса, 2 ученика (2,30%) немају јасан став о томе, док 5 ученика (5,75) има негативан став по том питању. Ови подаци показују да примена ОРС-а у настави биологије током реализацији наставне теме *Механизми наслеђивања* код већине ученика доприноси бољем усвајању основних биолошких појмова и процеса. Ово потврђују и бољи резултати ученика Е групе на финалном тесту и ретесту у односу на К групу (Табеле 7, 9,10 и 12).

Табела 24. Одговори ученика Е групе на питање о разумевању биолошких појмова и процеса применом ОРС-а Механизми наслеђивања у настави биологије

Да ли је примена ОРС-а у обради садржаја из генетике допринела бољем разумевању биолошких појмова и процеса?	f (N)	%
Да	80	91,95
Не	5	5,75
Не знам	2	2,30



Графикон 9. Одговори ученика Е групе на питање о разумевању биолошких појмова и процеса применом ОРС-а

И други истраживачи су потврдили ефикасност употребе образовних софтвера са туторијалима, анимацијама и образовним играма у јасној визуелној репрезентацији и концептуалном разумевању генетичких појмова и процеса (Law & Lee, 2004; Tsui & Treagust, 2003; Corn, Pittendrigh & Orvis, 2004) и правилном разумевању апстрактних садржаја (Gelbart, et al., 2009; McClean et al., 2005; Rotbain et al., 2008).

Анализом ставова ученика Е групе о разумевању појмова и процеса применом ОРС-а Механизми наслеђивања у настави биологије **реализован је четрнаести задатак истраживања.**

4.5.7. Мишљења ученика о реализацији наставне теме Механизми наслеђивања применом ОРС-а

У оквиру одговора на последња два питања у анкети ученике Е групе су изнели шта им се највише допало (*питање број 7*), односно шта им се није допало (*питање број 8*) током примене рачунара и ОРС-а у настави биологије. Већина ученика је изразила позитиван став према овом иновативном моделу наставе. Изнели су и неколико негативних ставова које би требало у уважити да би се што више побољшао квалитет наставе и она учинила занимљивом и ефикасном за сваког појединачног ученика. Ставови ученика су изнети у изворном облику, јер они најпотпуније изражавају њихове утиске.

Позитивна мишљења ученика:

- „Волела бих да све предмете овако учимо.“
- „Свидело ми се што смо радили индивидуално, што сам стално могао да проверавам шта и колико сам научио.“

- „Никад раније нисам овако учио у школи. Било би добро да све предмете овако учитмо.“
- „Било је занимљиво учити биологију уз коришћење рачунара и ОРС-а. Посебно су ми се свиделе вежбе, уводни и завршни тестови. Мислим да сам биологију најбоље научио до сада.“
- „Научила сам много више него иначе, за много краћи временски период. Све сам стизала: да урадим тестове, да читам Занимљивости и да гледам слике из Галерије слика.“
- „Овако нешто треба применити на свим часовима.“
- „Научила сам да разликујем битно од небитног. То ће ми помоћи и у учењу других предмета.“
- „Све ми се свиђа. На овај начин бих и надаље радо учио биологију и друге предмете.“
- „Скоро све сам запамтио решавајући задатке на крају сваког часа. Зато сам само још мало понављао градиво за тест.“
- „Одговара ми овакав начин учења биологије, скоро све сам научила у школи.“
- „Свиђа ми се што сам могао да радим сам, онако како мени највише одговара.“
- „Радио сам својим темпом и нисам више пута слушао исту причу као на ранијим часовима биологије.“
- „Овако се много лакше учи и брже памти градиво.“
- „Највише су ми се свидели задаци на тестовима, као и могућност што смо одмах видели да ли смо одговорили тачно или смо погрешили.“
- „Овакав начин учења ми је помогло да добро научим градиво из генетике.“
- „Градиво у софтверу је много јасније и боље објашњено него у уџбенику.“
- „Занимљиво је, лако и забавно учити биологије на овај начин, Мислим да је и много ефикасније.“
- „Волео бих да на овај начин учимо и друге наставне теме из биологије.“
- „Допада ми се што смо радили самостално и што смо стално проверавали колико смо научили.“
- „Посебно су ми се допали тестови. Захваљујући њима сам поправио оцену из биологије.“
- „Овакав начин учења је веома добар за све предмете. Жао ми је што немамо услова да чешће овако учимо.“

На основу наведених одговора ученика Е групе, њима се допада увођење иновација у наставу биологије у гимназији, јер их иновације подстичу, мотивишу, мисаоно ангажују у много већој мери од класичног начина рада. То потврђују и знатно бољи резултати ученика Е групе на финалном тесту и ретесту у односу на ученике контролне групе. Прихватање иновативних модела наставе биологије од стране ученика констатовано је у радовима и других истраживача (Миљановић, 2001; Грујичић, Миљановић, 2005; Drakulić, Miljanović, 2007; Терзић, Миљановић, 2009а; Одаџић, Миљановић & Воскресенски, 2011, Županec, Miljanović & Pribičević, 2013; Odadžić, Odadžić & Miljanović, 2013; Niklanović, Miljanović & Pribičević, 2014).

Негативна мишљења ученика

Мало ученика Е групе је имало негативан став о примени рачунара и ОРС-а у настави биологије. Објашњење за ову констатацију се вероватно налази у чињеници да гимназију похађају најбољи ученици, који су заинтересовани за биологију и који су креативни и радознали. Ученици Е групе су у анкети навели следеће негативне ставове:

- „Нису ми се свидели тестови, јер сам стално морао да учим.“
- „Градиво биологије у четвртном разреду гимназије је јако обимно.“
- „Све сам радила сама и било ми је напорно.“
- „Било би боље да смо радили у паровима“
- „Не волим да учим помоћу рачунара.“

Ако се посматра однос позитивних и негативних ставова ученика, може се уочити да и поред виших захтева и ангажовања, већини ученика одговара иновативни начин учења биологије. Ученици су прихватили могућност да сопственим залагањем и активношћу уче, решавају проблеме, посматрају, уочавају, закључују, доносе закључке и сл.

Анализом мишљења ученика о реализацији наставне теме Механизми наслеђивања применом ОРС-а, **реализован је петнаести задатак истраживања.**

Анализом изложених резултата **потврђује се пета хипотеза истраживања** према којој се очекује се да ће ученици Е групе имати позитивне ставове о примени ОРС-а Механизми наслеђивања у настави биологије у гимназији и показати већу заинтересованост и мотивисаности за учење биологије уз помоћу рачунара и ОРС-а.

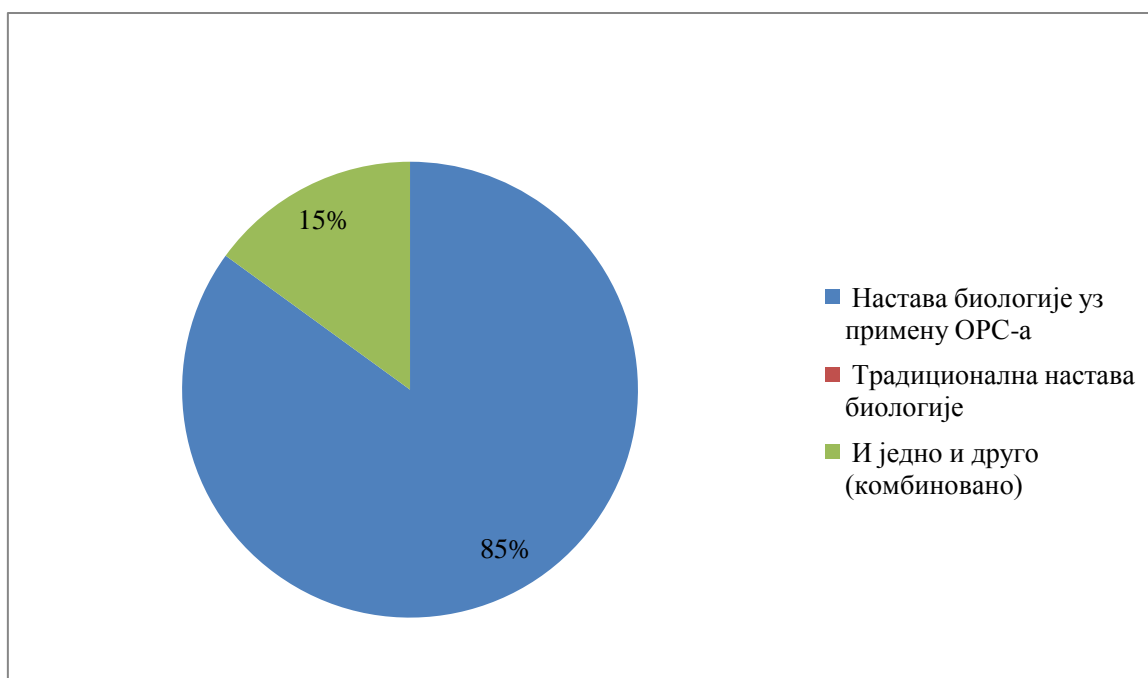
4.5.8. Ставови ученика Е групе о најефикаснијем начину учења биологије

С обзиром да су се ученици Е групе поред традиционалног начина учења биологије и комбинованог (употреба презентација у настави биологије) упознали и са учењем биологије применом ОРС-а, интересовао нас је њихов став о најефикаснијем начину учења биологије. Зато се у питању бр. 9 од њих тражило да одаберу модел наставе који им највише одговара за учење биологије. Дистрибуција одговора ученика на ово питање приказана је у Табели 25 и на Графикону 10.

Анализом одговора ученика Е групе на ово питање уочава се да највећи број ученика 74 (85,05%) сматра да је примена ОРС-а у настави биологије најефикаснији модел учења, док 13 ученика (15,05%) сматра да је боља комбинација традиционалне наставе и ОРС-а. Ниједан ученик не сматра да је традиционална настава најефикаснији модел за учење биологије. Треба истаћи, да ова два модела наставе (ОРС и комбинована настава) не треба посматрати одвојено већ као комплементарне моделе рада. Приступ подучавању и учењу у савременој настави биологије треба усмеравати ка самосталном и активном односу ученика у учењу у подстицајном окружењу, као што је примена: мултимедијалних образовних софтвера, PowerPoint презентација, Web презентација и инфраструктуре Интернета. „Различити медији, као извори знања, дају се у пакету (тј. сви на једном месту) ради лакшег и рационалнијег учења, уз остварење принципа очигледности и ученичке активности. Њихова функционална и техничка интеграција омогућује ученицима различите прилазе учењу наставног градива, што повећава ефикасност и оптималност наставног процеса и процеса учења.“ (Поткоњак, 1996).

Табела 25. Одговори ученика Е групе о најефикаснијем начину учења биологије

Који од наведених начина учења биологије је по твом мишљењу најефикаснији?	f (N)	%
Настава биологије уз примену ОРС-а	74	85,05
Традиционална настава биологије	0	,00
И једно и друго (комбинована настава)	13	14,95



Графикон 10. Одговори ученика Е групе о најефикаснијем начину учења биологије

Анализом ставова ученика Е групе о најефикаснијем начину учења биологије **реализован је шеснаести задатак истраживања.**

Анализом постојања корелација између појединих контекстуалних варијабли ученика Е групе (*повезаности општег става ученика о квалитету ОРС-а и остварених резултата на финалном тесту знања*) **реализован је седамнаести задатак истраживања.**

На основу анализе резултата анкете за ученике Е групе, може се констатовати да они схватају суштину, значај и предности које пружа примењени иновативни модел наставе. Они су били више мотивисани за учење наставних садржаја из генетике, што потврђује ефикасности примењеног модела наставе биологије у односу на традиционалну наставу.

Остварени резултати педагошког истраживања изложени у овој докторској дисертацији показују да се може прихватити **главна хипотеза** истраживања која гласи: **Примена ОРС-а током обраде наставне теме Механизми наслеђивања у експерименталној групи имаће статистички значајан утицај на повећање ефикасности наставе биологије у овој групи у односу на К групу.**

5. ЗАКЉУЧАК

Сведоци смо великих промена у савременом друштву које се најочигледније испољавају на пољу развоја и примене информационо-комуникационих технологија у свим сферама живота. Нове информационо-комуникационе технологије пружају велике могућности које се могу веома ефикасно користити у васпитно-образовном процесу. Применом рачунара и образовних рачунарских софтвера у настави се стварају нове, специфичне наставна ситуација. Тако настава ученицима постаје занимљивија, а начин учења и усвајања наставних садржаја су олакшани.

Према бројним истраживањима у свету, примена образовних-рачунарских софтвера у настави биологије и других природних наука, даје веома добре резултате, односно представља један од најефикаснијих модела учења, који у први план ставља ученика и њихову активност уз максимално уважавање њихових могућности и карактеристика. С обзиром да експерименталних истраживања о ефектима примене овог модела наставе код нас има веома мало, циљ истраживања изложеног у овој докторској дисертацији је био да се утврди ефикасност примене образовног рачунарског софтвера у настави биологије у гимназији у односу на традиционално учење/наставу. На основу педагошког истраживања са паралелним групама које је спроведено на узорку од 173 ученика четвртог разреда (87 ученика у Е групи и 86 ученика у К групи), могу се извести следећи закључци:

1. Ученици експерименталне (Е) групе реализовали су током истраживања наставне садржаје наставне теме *Механизми наслеђивања* применом рачунара и образовног рачунарског софтвера индивидуалним обликом рада. Исту наставну тему ученици контролне (К) групе су реализовали традиционалном наставом (вербално-текстуалним и демонстративно-илустративним наставним методама и фронталним обликом рада).

2. Ученици Е и К групе су непосредно пре обраде наставне теме *Механизми наслеђивања*, затим након њене обраде на различите начине у Е и К групи и 30 дана по завршетку педагошког истраживања тестирани тестовима за објективну проверу знања и умења из биологије. Сва три теста (иницијални тест, финални тест и ретест) су садржала питања из три когнитивна домена: познавање чињеница (I ниво), разумевање појмова (II ниво) и анализа и резонување (III ниво).

3. На почетку педагошког истраживања ученици Е и К групе су уједначени на основу општег успеха на крају 3. разреда гимназије: $\chi^2(2, n = 173) = ,0755, p > ,05$; затим успеха из биологије на крају 3. разреда гимназије: $\chi^2(2, n = 173) = ,756, p > ,05$ и успеха на иницијалном тесту знања.

4. На иницијалном тесту знања ученици Е и К групе су остварили најбољи успех на I нивоу знања (Е група: 75,85%, К група: 77,10%), слабији успех на II нивоу знања (Е група: 70,76%, К група: 71,78), док су најслабији успех обе групе оствариле на III нивоу знања (Е група: 60,20%, К група: 60,92%). Остварене разлике у броју поена између ученика Е и К групе на иницијалном тесту знања није била статистички значајна, како на појединачним когнитивним доменима (I ниво: $t = - ,825, p > ,001$; II ниво: $t = - ,812, p > ,001$; III ниво: $t = - ,400, p > ,001$), тако ни на тесту у целини ($t = -1,117, p > ,001$).

5. Статистичка обрада резултата финалног теста који је спроведен непосредно након завршеног истраживања у Е и К групи, показује да су ученици Е групе остварили знатно бољи успех на финалном тесту од ученика К групе, како на појединачним

когнитивним доменима, тако и на тесту у целини. На финалном тесту знања ученици Е групе су остварили најбољи успех на задацима I нивоа знања (84,25%), мало слабији успех на задацима II нивоа знања (83,88%) и најслабији успех на задацима III нивоа знања (67,40%). Ученици К групе су на финалном тесту остварили најбољи успех на I нивоу знања (75,81%), незнатно слабији успех на II нивоу знања (74,74%) а најслабији успех на III нивоу знања (56,28%). Установљено је да постоје статистички значајне разлике у подтигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту у корист Е групе на свим појединачним нивоима знања (I ниво: $t = 6,460$, $p < ,001$; II ниво: $t = 8,007$, $p < ,001$; III ниво: $t = 7,764$, $p < ,001$), као и на финалном тесту у целини ($t = 8,518$, $p < ,001$). Разлика у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту резултат је реализације истих наставних садржаја из биологије у гимназији применом различитих модела наставног рада.

6. На основу резултата финалног теста може се закључити да су ученици Е групе под утицајем експерименталних фактора (примене рачунара и ОРС-а), постигли већи квантитет и квалитет знања и умења из биологије у односу на ученике К групе. Ови резултати потврђују већу ефикасност примене образовног рачунарског софтвера у настави биологије у односу на традиционалну наставу.

7. Провера ретенције знања ученика Е и К групе 30 дана након завршеног истраживања показала је да постоје разлике у успеху ученика Е и К групе на поновљеном тестирању. Ученици Е групе остварили су и на ретесту највећи успех на задацима II нивоа знања (80,56%), мало слабији успех на задацима I нивоа (78,91%), а најслабији успех на задацима III нивоа знања (61,38%). Ученици К групе су на ретесту остварили највећи успех на задацима I нивоа знања (69,42%), мало слабији успех на задацима II нивоа знања (68,37%) а најслабији успех на задацима III нивоа знања (44,37%). Остварене разлике у постигнућу ученика Е и К групе на ретесту у корист Е групе, на сва три појединачна когнитивна домена (I ниво: $t = 6,665$, $p < ,001$; II ниво: $t = 9,536$, $p < ,001$; III ниво: $t = 11,258$, $p < ,001$), као и на тесту у целини ($t = 10,905$, $p < ,001$) је статистички значајна.

9. На основу резултата ретеста може се закључити да примена образовно рачунарског софтвера у настави биологије доприноси већем квантитету и трајности знања, умења и навика ученика из биологије у односу на традиционално учење.

10. Резултати финалног теста и ретеста су показали да примена ОРС-а и индивидуални облик рада при обради наставне теме Механизми наслеђивања мотивишу ученике за рад и максимално их ангажују у процесу креативног и стваралачког стицања знања, умења и навика из биологије.

11. Према бројним истраживањима и у свету и код нас, примена образовних рачунарских софтвера у настави биологије и других природних наука, даје веома добре резултате, односно представља један од најефикаснијих модела учења. Примена ОРС-а у настави биологије даје позитивне ефекте у погледу разумевања наставних садржаја, трајности знања и могућности његове примене. На основу тога предлажемо већу примену ОРС-а у реализацији адекватних наставних садржаја из биологије и других природних наука, са циљем унапређења наставе.

12. Већина ученика Е групе сматра да су садржаји наставне теме Механизми наслеђивања за њих изузетно занимљиви и корисни и да примена ОРС-а доприноси бољем разумевању биолошких појмова и процеса. Наведени резултати указују да би примена адекватно обликованих образовних софтвера у настави биологије знатно променила ставове и свест ученика о значају биологије као науке и наставног предмета.

13. На основу анализе резултата анкете за ученике Е групе, може се закључити да они имају позитиван став о учењу биологије применом ОРС-а и то у погледу: веће заинтересованости ученика за учење биологије, лакшег и бржег усвајање знања, бољег разумевања биолошких садржаја и могућности примене овог модела наставног рада у реализацији и других тема из биологије. Израчунавањем коефицијента корелације доказано је да постоји статистички значајна разлика између сваке појединачне варијабле и просечног постигнућа ученика на финалном тесту. Ученици Е групе су високо вредновали изглед, дизајн и целокупну структуру софтвера. На просечно постигнуће ученика на финалном тесту знања, су статистички значајно утицале четири тврдње: започињање часова квизом, лакоћа и занимљивост учења, вежби и анимација на рачунару и примена тестова након сваке наставне јединице. С обзиром да су ученици експерименталне групе остварили висок успех на финалном тесту знања у целини сматрамо да је образовни софтвер *Механизми наслеђивања* испунио критеријуме добро конципираног и осмишљеног наставног софтвера.

14. Ученици Е групе су веома заинтересовани и мотивисани за учење биологије применом образовног рачунарског софтвера јер су максимално активни у наставном процесу. Они су учили самостално, властитим темпом и опуштено. ОРС обезбеђује ученицима перманентно обавештавање о резултатима учења и објективно оцењивање њиховог рада.

15. Највећи број ученика Е групе сматра да су најефикаснији модели за учење биологије примена ОРС-а и комбинација ОРС-а и традиционалне наставе. Ниједном ученику традиционална настава није била решење за ефикасније и лакше учење биологије.

16. Савремени приступ реализацији наставе биологије у гимназији је од изузетног значаја за развој биологије као науке и свих њених дисциплина. Реализација наставних садржаја иновативним приступом је могућност за унапређење наставе и учења биологије у гимназији у будуће. Иако примена ОРС-а у нашим школама још увек није довољно заступљена, резултати овог истраживања потврђују њену ефикасност. Да би се овај модел наставе што више користио у настави биологије и других природних наука неходне су битне промене у организацији рада школа, бољи материјално технички услови и образовни софтвери који ће бити прилагођени узрасту и интелектуалним способностима ученика. Зато је неопходно спроводити перманентно стручно усавршавање наставника и њихова едукација за успешну израду образовних софтвера и њихову примену у наставном процесу.

17. Увођењем иновативних дидактичких модела у наставни процес, остварује се модернизација и подиже квалитет наставе и испуњава читав низ њених друштвених захтева, на пример ефикасност и рационализација наставе. Резултати бројних истраживања су показали на неопходност промена у нашем образовном систему у целини и његово прилагођавање новим савременим стандардима развијених земаља и новог доба. Имајући у виду значај биологије за образовање савременог човека, настава биологије мора пратити иновативне токове. Једна од могућих иновација у настави биологије приказана је у овом раду. Она представља значајан напредак (у односу на досадашњи традиционалан начин рада), јер доприноси развоју креативности, корелације у настави и трансферу знања ученика. Њена примена мотивише ученике, активира их и доприноси индивидуалном развоју сваког ученика према његовим способностима, што је такође веома значајно.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Akwee, P. E., Toili, W. W., & Palapala, V. A. (2012): Effectiveness of computer based technology integration in teaching and learning of gene concept among high school students, Kenya. *European Journal of Health and Biology Education* Vol. 1, No. 1 &2, 31-52
2. Aldag, H., & Sezgin, M. E. (2002): Dual coding theory in multimedia applications, *Marmara Universitesi Ataturk Egitim Fakultesi Egitim Bilimleri Dergisi*, 15, 29-44.
3. Ambrose, A. S., Bridges, W. M., & Di Pietro, M. (2010): *How learning works: seven research-based principles for smart teaching*, John Wiley and Sons.
4. Annetta, L. A., Minogue, J., Holmes, S. Y., & Cheng, M. T. (2009): Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers & Education*, 53(1), 74-85.
5. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. & Wittrock, M. (2001): *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. (Complete edition)*, New York, Longman
6. Andrews, S. E., M. Collins, M. A. J. (1993): *Computer enhanced learning in biology*, Tested studies for laboratory teaching, Proceedings of the 14th Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE), Vol.14, 169–190
7. Apkan, J. P. (2001): Issues Associated with Inserting Computer Simulations into Biology Instruction: A Review of Literature, *Electronic Journal of Science Education*, vol. 5, No. 3.
8. Atkinson, R., & Shifrin R. (1968): Human memory: A proposed system and its control processes, U. K. W. Spence, J.T. Spence (Eds.), *The Psychology of learning and Motivation: Advances in Research and Theory*, Vol 2, Academic Press, New York.
9. Afzal, M. T., & Gondal, M. B. (2010): Effect of Mathematics Software Facilitated Teaching on Students Learning, *The International Journal of Technology, Knowledge and Society*, 6 (3), 111-120.
10. Baddeley, A. D. (1999): *Human memory*, Allyn & Bacon, Boston.
11. Bayturan, S., Kesan, C. (2012): The Effect of Computer-assisted Instruction on the Achievement and Attitudes towards Mathematics of Students in Mathematics Education, *International Journal of Global Education*, 1 (2), 50-57.
12. Баковљевић, М. (1982): *Мисаона активизација ученика у настави*, Просвета, Београд.
13. Баковљевић, М. (1997): *Основи методологије педагошких истраживања*, Научна књига, Београд.
14. Бакош, Р. (2005): *Проблемска настава биохемије уз подршку образовног софтвера*, магистарска теза, Природно-математички факултет, Нови Сад.
15. Barbosa, E. F. & Maldonado, J. C. (2006): *Toward the establishment of a standard process for developing educational modules*, Frontiers in education conference 36 annual, 2006.
16. Bloom, B. S. (1956): *Taxonomy of education objectives, handbook of cognitive domain*, David McKay Company, Inc, New York.

17. Блум, Б. С. (1981): *Таксономија или класификација образовних и одгојних циљева, когнитивно подручје*, књига 1, Републички завод за унапређивање васпитања и образовања, Београд.
18. Buckleitner, W. (1999): The State of Children's Software Evaluation--Yesterday, Today and in the 21st Century. *Information Technology in Childhood Education*, 1(1), 211-220.
19. Buckley, B. C., Gobert, J. D., Horwitz, P. & O'Dwyer, L. M. (2010): Looking inside the black box: assessing model-based learning and inquiry in BioLogica , *Int. J. Learning Technology*, Vol. 5, No. 2, pp.166–190.
20. Будић, С., (2006) Карактеристике знања ученика у наставном процесу, Међународни интердисциплинарни скуп, *Европске димензије реформе система образовања и васпитања*, Нови Сад, 14-16 децембар, 180-185.
21. Brant, G., Hooper, E., & Sugrue, B. (1991): Which comes first the simulation or the lecture? *Journal of Educational Computing Research*, 7 (4): 232-236.
22. Brown, J. A. (1958): Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22, 349-368.
23. Broadbent, D. E. (1954): The role of auditory localization in attention and memory span, *Journal of Experimental Psychology*, 47, 191-196.
24. Bruner, J.S. (1966): *Toward a Theory of Instruction*, Harvard University Press.
25. Брунер, Џ. (1976): *Процес образовања*, Педагогија, Београд.
26. Vannucci, M., & Colla, V. (2010): Educational Software as a Learning Tool for Primary School Students, *New Achievements in Technology Education and Development*, Safeullah Soomro (Ed.), 311-324.
27. Вилотијевић, М. (1999а): *Дидактика 1: предмет дидактике*, Научна књига и Учитељски факултет, Београд.
28. Вилотијевић, М. (1999б): *Дидактика 2: дидактичке теорије и теорије учења*, Научна књига и Учитељски факултет, Београд.
29. Вилотијевић, М. (2002): *Дидактика 3 : организација наставе*, Завод за уџбенике и наставна средства и Учитељски факултет, Београд.
30. Вилотијевић, М. (2002): *Информатичка концепција наставе*, Образовна технологија, 1-2: 52-28, Београд.
31. Virvou, M., Katsionis, G. & Manos, K. (2005): Combining software games with education: Evaluation of its educational effectiveness. *Educational Technology & Society*, 8(2), 54-65. http://www.ifets.info/journals/8_2/5.pdf
32. Vygotski, L. (1978): *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
33. Volpe, R., Aqino, M., Norato, D. (1998): *Multimedia System based on programmed instruction in Medical Genetics: construction and evaluation*, International Journal of Medical Informatics, Vol. 50, p. 257-259.
34. Voskresenski, K. A. (1996): *Didaktika – individualizacija i socijalizacija u nastavi*. Tehnički fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin.
35. Voskresenski, K. (2004): *Didaktika za profesore informatike i tehnike*, Tehnički fakultet M. Pupin, Zrenjanin.
36. Gagne, R. (1987): *Watching media learning. Making sense of media education*, Falmer, London.
37. Gagne, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W. (1992): Principles of instructional design. New Jersey: Wadsworth Publishing.
38. Gatewood, T. E., & Conrad, S. H. (1997): Is your school's technology up-to-date? A practical guide for assessing technology in elementary schools. *Childhood Education*, 73(4), 249-251.

39. Gelbart, H., Brill, G., & Yarden, A. (2009): The Impact of a Web-Based Research Simulation in Bioinformatics on Students' Understanding of Genetics. *Research in Science Education*, 39(5), 725-751.
40. Gerhard Majer (1968): *Kibernetika i nastavni proces*, Školska knjiga, Zagreb.
41. Giagkoglou, T. (2002): *Can Computers change the social aspect of the Classroom?* New Media in Secondary Education, 1-8, Harrov.
42. Glušac, D. (2008): *Upravljanje edukativnim procesom u konceptu elektronskog usenja*; INFOTECH, <http://www.ecdlcentar.com/baza/>
43. Glušac, D., Makitan, V., Karuović, D., Radosav, D., & Milanov, D. (2015): Adolescents' informal computer usage and their expectations of ICT in teaching - Case study: Serbia. *Computers & Education*, vol. 81, 133-142.
44. Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1995): Prospects for scientific visualisation as an educational technology, *Journal of the learning sciences* 4 (3), 249-279.
45. Грдинић, Б. (1983): *Групни облик рада, организација и вредновање*, Наша пракса, 2.
46. Грдинић, Б. (1996): *Значај флористичких истраживања у функцији унапређивања наставе биологије*, докторска дисертација, Природно-математички факултет, Нови Сад.
47. Greeinfeld, P., & Yan, Z. (2006): Children, adolescents, and the internet: A new field of inquiry in developmental psychology. *Developmental Psychology*, 42(3), 391-394.
48. Грујичић, М., Миљановић, Т. (2005): Утицај савремених дидактичких медија на ефикасност наставе биологије, *Настава и васпитање*, 4-5, 327-337.
49. Güler, M., & Saglam, N. (2002): The effects of the computer aided instruction and worksheets on the students' biology achievements and their attitudes toward computer, *Hacettepe University Journal of Education*, 23, 117-126.
50. Günes, M., & Çelikler, D. (2010): The Investigation of Effects of Modelling and Computer Assisted Instruction on Academic Achievement, *The International Journal of Educational Researches*, 1 (1), 20-27.
51. Damjanovic, V. (1998): *Pedagoški kriterijumi u kreiranju multimedijalnih obrazovnih softvera*, RS u obrazovanju, br.2, god. 2, Tehnicki fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, YU ISSN 0354-9615
52. Declaration of the Paris Congress: New Information Tehnologies in Education. In Prospects, 1990, XX, 2, 233-234.
53. Diklić, V., Kosanović, M., Dukić, S., Nikoliš, J. (1995): *Biologija sa humanom genetikom*, Medicinske komunikacije, Beograd.
54. Dumanović, J., Marinković, D., Denić, M. (1985): *Genetički rečnik*, Beograd.
55. Dumont, H., Benavides, F., & Istance, D. (2010): *Educational Research and Innovation The Nature of Learning: Using Research to Inspire Practice*, OECD.
56. Doolittle P. E. (1997): Vygotsky's zone of proximal development as a theoretical foundation for cooperation learning, *Journal on Excellence in College Teaching*, 8 (1), 83103, retrieved in January 2011 from <http://www.funderstanding.com/content/vygotsky-and-social-cognition>.
57. Дракулић, В., Миљановић, Т. (2007): Ефикасност лабораторијско-експерименталне методе у реализацији садржаја биологије у гимназији, *Педагогија*, 4, 627-632.

58. Drakulić, V., Miljanović, T. & Ševkušić, S. (2011). *Postignuće učenika iz biologije (Pupils' Achievement in Biology)*. In S. Gašić-Pavišić & D. Stanković (Eds.), *Timss 2007 in Serbia* (pp. 145 – 174). Belgrade: Institut za pedagoška istraživanja.
59. Dryden, G., Vos, J.(2004): *Revolucija u isenju: kako променити начин на који свет учи*, Timgraf, Beograd.
60. Ђорђевић, М. (1985): *Индивидуализација васпитно-образовног рада у школи*, Нова просвета, Београд.
61. Efe, H. & Efe, R. (2011): Evaluating the effect of computer simulations on secondary biology instruction: An application of Bloom's taxonomy, *Scientific Research and Essays*, 6 (10), 2137-2146.
62. European Commission, (2005): *Testing Conference on the Common European Principles for Teacher Competences and Qualifications*, Paper presented at the Conference Lifelong Learning: Education and Training policies, Brussel, Belgium.
63. Mayer, R. E. (2011): *Applying the science of learning*, Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill Prentice Hall.
64. Emery, A. E. H. (1987): *Elements of Medical Genetics*, Sh. Livingstone, Edinburgh.
65. Емери, А. Е. Х: (2009): *Емеријеви основи медицинске генетике*, Дата Статус, Београд.
66. Ждерић, М. (1981): *Унапређивање самосталног рада ученика у биологији*, Педагошки завод Војводине, Нови Сад.
67. Ждерић, М., Букуров, Н. (1991): Процес индивидуализације у настави биологије, *Педагошка стварност*, 3-4, 30-37.
68. Ждерић, М., Радоњић, С. (1993): *Методика наставе биологије*, НЈП 3, Побједа3, Подгорица.
69. Ждерић, М., Стојановић, С., Радуловић, С. (1995): Прикупљање и коришћење природног ботаничког материјала у настави биологије, *Васпитање и образовање*, 2–3: 46–62.
70. Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): *Методика наставе биологије*, ПМФ, Нови Сад.
71. Županec, V., Miljanović, T., & Pribičević, T. (2013). *Effectiveness of computer-assisted learning in biology teaching in primary schools in Serbia*. Institut za pedagoška istraživanja, Vol 2, 422-444.
72. Илић, А. (1992): *Модерна настава биологије и интензивније учење путем групног облика рада*, Специјалистички рад, Природно-математички факултет, Нови Сад.
73. Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2000): Incorporating learner experience into the desing of multimedia instruction, *Journal of Educational Psychology*, 38, 23-33.
74. Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2003): Expertise reversal effect, *Educational Psychologist*, 38, 23-33.
75. Kara, Y. & Yesilyurt, S. (2007): Assessing the effects of Students' achievements, misconceptions and attitudes towards Biology, *Asia-Pacific Forum on Science learning and teaching*, 8(2), 1-22.
76. Kara, I., & Kahraman, Ö. (2008): The Effect of Computer Assisted Instruction on the Achievement of Students on the Instruction of Physics of 7th Grade Science Course at a Primary School, *Journal of Applied Sciences*, 8 (6), 1067-1072.
77. Kara, I., & Yakar, H. (2008): Effects of Computer Supported Education on the Success of Students on Teaching of Newton's Laws of Motion, *World Applied Sciences Journal*, 3 (1), 51-56.

78. Kara, I. (2008): The effect on retention of Computer Assisted Instruction in science education, *Journal of Instructional Psychology*, 35 (4), 357-364.
79. Karuović, D., (2009): *Model korisničkog interfejsa interaktivnog obrazovnog softvera*, doktorska disertacija, Univerzitet u Novom sadu, Tehnički fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin.
80. Killerman, W. (1998): *Research into Biology Teaching Methods*, Journal of Biological Education, 33, (1): 4-9.
81. Квашчев, Р. (1980): *Способности за учење и личност*, ЗЗУИНС, Београд.
82. Квашчев, Р., Ђурић, Ђ., Кркљуш, С. (1989): *Способности, особине личности и успех ученика*, Завод за издавање уџбеника, Нови Сад.
83. Klafki, W., Schulz, W., von Cube, F., Möller, C., & Winkel, R. (1994): *Didaktičke teorije*, Zagreb, Eduka.
84. Kosanović, M., Diklić, V. (1986): *Odabrana poglavlja iz humane genetike*, Београд.
85. Крнета, Љ., (2004): *Образовни рачунарски софтвер у образовним процесима уз осврт на примере за почетну наставу математике*, Педагошка стварност, бр. 7-8, стр. 594-606, Нови Сад.
86. Kubiato, M., & Halakova, Z. (2009): Slovak high school students' attitudes to ICT using in biology lesson. *Computers in Human Behaviour*, 25(3), pp. 743-748.
87. Kupres, D. (2004): *Образовање за e-learning*, Edupoint, IV, br 1, CARNet, Zagreb, str. 7-10
88. Lally, V. (1996): *Information technology and biology education*, Journal of Biological Education, 30, (4): 235-236.
89. Landa, L. N. (1975): *Кибнетика и педагогија I и II* BIGZ Београд.
90. Landa, L. N. (1982): *The Improvement of Instruction Learning and Performance Educational Tehnology*, Englewood Cliffs.
91. Lee, S. C. (2001): Development of instructional strategy of computer application software for group instruction. *Computers & Education*, 37, 1-9.
92. Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000): Genes, chromosomes, cell division and inheritance-do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177-195.
93. Law, N., & Lee, Y. (2004): Using an iconic modeling tool to support the learning of genetics concepts. *Journal of Biological Education*, 38(3), 118-141.
94. Мандић, П. (1972): *Иновације у настави*, Свјетлост, Сарајево.
95. Мандић, Д. (2001): *Образовна информациона технологија*, Филозофски факултет, Српско Сарајево.
96. Мандић, Д. (2003): *Дидактичко-информатичке иновације у настави*, Медиаграф, Београд.
97. Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В.(1991): *Генетика*, Научна књига, Београд.
98. Маринковић, Д., Савић, И., Ђурчић, Б., Терзија, В.(2001): *Биологија за IV разред гимназије*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
99. Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В.(1991): *Генетика*, Научна књига, Београд.
100. Маринковић, Д., Савић, А. (1986): *Биологија са практикумом*, Научна књига, Београд.
101. Mathis Johnson, J. (2003): From lofty beginnings to the age of accountability. A look to the past 30 years of educational software. *Learning and leading with technology*, vol. 30 n 7.
102. Matray, P, & Prolux, S. (1995): Integrating computer/multimedia technology in high school biology curriculum. *Am Biol Teach* 57: 511- 520.

103. Marbach-Ad G, & Stavy R. (2000): Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *J Biol Educ* 34(4), 200–205.
104. Mahmood, M. K., & Mirza, M. S. (2012): Effectiveness of Computer-Assisted Instruction in Urdu Language for Secondary School Students' Achievement in Science, *Language in India*, 12 (2), 266-283.
105. Mayer R. E., & Anderson R. B.,(1991): Animation need narrations. An experimental test of dual coding hypothesis, *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490.
106. Mayer R. E., & Anderson R. B., (1992): The instructive animation. Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning, *Journal of Educational Psychology*, 84, 444-452.
107. Mayer, R. E. (2001): *Multimedia Learning*, Cambridge University Press, New York.
108. Mayer, R. E. (2002): *Multimedia learning in B. H. Ross (Ed) The psychology of learning and motivation*, vol.41 (pp. 85/139), Academic press, San Diego, CA.
109. Mayer, R. E. (2003): The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods accross different media, *Learning and Instruction*, 12, 125-141.
110. Mayer, R. E., Moreno, R. (2003): Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning, *Educational Psychologist*, 38, 43-52.
111. Mayer, R. E. (Ed.) (2005): *Cambrige Handbook of Multimedia Learning*, Cambridge University Press, New York.
112. Милијевић, С. (1999): *Програмирана настава*, Интерактивно учење, Министарство просвјете Републике Српске и УНИЦЕФ Канцеларија у Бања Луци, Бања Лука.
113. Milošević, D. (2008): *Trendovi i tehnologije*, e-knjiga namenjena studentima master studija za eLearning na TF Čačak, školske 2008/09. godine, str. 1. i 2, u okviru predavanja za predmet Alati i tehnologije za e-ucenje.
114. Миљановић, Т. (2000): *Активно учење у настави биологије у основној школи*, докторска дисертација, Природно-математички факултет, Нови Сад.
115. Миљановић, Т. (2003): Пријемни испит из биологије као показатељ усвојености градива из средњошколског програма биологије. *Настава и васпитање*, 52 (2-3): 168-179.
116. Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): *Дидактичкометодички примери из методике наставе биологије*, Природно-математички факултет, Нови Сад.
117. *Memorandum on Liflong Learning* (2000): Brussels: Commission of the European Communities. <http://see-educoop.net/education-in/pdf/liflong-oth-enlt02.pdf>
118. Moradmand, N., Datta, A. & Oakley, G. (2013): My Maths Story: An application of a computer-assisted framework for teaching mathematics in the lower primary years. In R. McBride & M. Searson (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2013* (pp. 3299-3307). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
119. Morrell, D. (1992): The effects of computer assisted instruction on student achievement in high school biology. *School Science and Mathematics*, 92, 177-181.

120. Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H. A., & Lester, J. C., (2001): *The case for social agency in computer based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents?* *Cognition and Instruction*, 19 (2), 177-213.
121. Moreno, R., & Mayer, R. E., (2010): *Techniques that Increase Generative Processing in Multimedia Learning: Open Questions for Cognitive-Load Research*. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive Load Theory, ch. 8*. New York: Cambridge.
122. Mužić, V. (1981): *Programirana nastava*, Školska knjiga, Zagreb.
123. Mužić, V. (1982): *Metodologija pedagoškog istraživanja*, Svjetlost, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo.
124. McInerney, V. D., & Marsh, H. W. (1997): Effects of metacognitive strategy training within a cooperative group learning context on computer achievement and anxiety: An aptitude treatment interaction study. *Journal of Educational Psychology*, 89(4), 686-695.
125. McKinnon, D. H., Nolan, C. J. P., & Sinclair, K. E. (2000). A longitudinal study of student attitudes toward computers: Resolving an attitude decay paradox. *Journal of Research on Computing in Education*, 32(3), 325–335.
126. McClean, P., Johnson, C., Rogers, R., Daniels, L., Reber, J., Slator, B. M., Terpstra, J., & White, A. (2005): Molecular and cellular biology animations: Development and impact on student learning. *Cell Biology Education*, 4, 169-179. <http://dx.doi.org/10.1187/cbe.04-07-0047>.
127. Nadrljanski, Đ. (2000): *Obrazovni softver – hipermedijalni sistemi*, Tehnički fakultet M. Pupin, Zrenjanin.
128. Nadrljanski, Đ. (2006): *Informatička pismenost i informatizacija obrazovanja*, *Informatologija* 39, 4, 262 – 266.
129. Nadrljanski, Đ., Nadrljanski, M., Soleša, D. (2008): *Digitalni mediji – obrazovni softver*, Univerzitet u Novom sadu, Pedagoški fakultet u Somboru.
130. Ng Lee, Y., Kamariah, A.B., Samsilah, R., Wong, S.L. & Petri, Z.M.A.R. (2005): Predictors of self-regulated learning in Malaysian smart schools. *International Education Journal*, 6(3), 343-353.
131. Neisser, U.(1967): *Cognitive Psychology*, Appleton-Century-Crofts, New York.
132. Niederhauser, D. S. & Stoddart, T. (2001): Teachers' instructional perspectives and use of educational software, *Teaching and Teacher Education*, vol. 17, pp. 15-31.
133. Никлановић, М., Миљановић, Т. (2006): Ефикасност активног учења еколошких садржаја у основној школи. *Педагогуја*, 4: 506-511.
134. Niklanović, M., Miljanović, T., Pribičević, T. (2014): A model of interdisciplinary teaching of ecology in the high school. *Arch. Biol. Sci.* 66 (3), 1291-1297.
135. Одацић, В., Миљановић, Т., Воскресенски, К. (2011): Могућности и ефекти примене иновативних дидактичких модела у настави биологије у гимназији, *Настава и васпитање*, Вол. 2, 249-261.
136. Odadžić, V., Odadžić, B., & Miljanovic, T. (2013): The effects of computer assisted instruction on students' achievement in biology, *A journal for information technology, education development and teaching methods of technical and natural science*, Volume 3, Number pp117-122
137. 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.
138. Osborne, J. & Hennessy, S. (2001): *Literature review in science education and the role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*. UK: Futurelab /online/. Retrieved on 12 November 2009 from

- http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/Secondary_Science_Review.pdf.
139. Owusu, K., A., Monney, K. A., Appiah, J., Y., & Wilmot, E., M. (2010): Effects of computer assisted instruction on performance of senior high school biology students in Ghana, *Computers & Education*, 55, 904-910.
 140. Paivio, A. (1986): *Mental representations*, Oxford University Press, New York.
 141. Пардањац, М., Радосав, Д. (2011): Ефикасност примене образовног рачунарског софтвера »САХАРИДИ» у настави хемије, *Настава и васпитање*, No.3, стр. 515-529.
 142. Pijaže, Ž., Inhelder, B. (1978): *Intelektualni razvoj deteta*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
 143. Prentis, S.(1991): *Biotehnologija*, Školska knjiga, Zagreb.
 144. Philip, M. K., Jackson, T. K., & Dave, W. (2011): The Effect of Computer-Assisted Instruction on Student's Attitudes and Achievement in Matrices and Transformations in Secondary Schools in Uasin Gishu District, Kenya, *International Journal of Curriculum and Instruction*, 1 (1), 53-62.
 145. Пејић, М. (2006): *Програмирано учење уз помоћ компјутора у настави математике основне и средње школе*, Педагошка академија, Сарајево.
 146. Peterson I., Peterson M. (1960): Short term retention of individual verbal items, *Journal of experimental Psychology*, 58, 193-198.
 147. Petrović, M. (2011): Elektronsko učenje podržano internet tehnologijama (geneza, pojam i predviđanja razvoja), *NORMA*, XIV, p 263–280.
 148. Pilli, O. (2008): *The Effects of Computer-Assisted Instruction on the Achievement, Attitudes and Retention of Fourth Grade Mathematics Course*, PhD thesis, Department of Educational Sciences, Middle East Technical University.
 149. Plass, J. L., Kalyuga, S., & Leutner, D. (2010): *Individual Differences and Cognitive Load Theory*. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive Load Theory, ch. 4*. New York: Cambridge.
 150. Potyrala, K. (2002): Computer-aided biology teaching, *Biological and Environmental Education No. 1 (1)*
 151. Potyrala K. (2003a): *Computer-aided genetics teaching In: Computer Based Learning in Science, Vol. I: new Technologies And Their Applications in Education*, C.P. Constantinou, Z. C. Zacharia (ed.), Nicosia.
 152. Potyrala, K. (2003b): Improvement of students' cognitive skills with the help of a computer, *Biological and Environmental Education No. 1 (5)*.
 153. Powell, J. V., Aeby, V. G., & Carpenter-Aeby, T. (2003): A comparison of student outcomes with and without teacher facilitated computer - based instruction. *Computers & Education*, 40(2), 183-191.
 154. Prince, M. (2004): Does active learning work? *A review of the research*. J Eng Educ 93: 223–231
 155. Продановић, Т. (1968): *Методика наставе познавања природе за учитељску школу*, Завод за издавање уџбеника СР Србије, Београд.
 156. Raninga, N. (2010): Effectiveness of CAI for Teaching of Mathematics of Standard VII, *Journal of Advances in Developmental Research*, 1 (2), 186-187.
 157. Radosav, D. (2005): *Образовни рачунарски софтвер и ауторски системи*, Технички факултет Милајло Пупин, Зренјанин.

158. Radosav, D., Marušić, T. (2006): Vrednovanje multimedijalnog obrazovno-računarskog softvera. *INFOTEH – JAHORINA*, Vol 5, Ref, E-II-2, p. 339–342.
159. Rotbain, Y., Marbach-Ad, G., & Stavy, R.,(2008): Using a Computer Animation to Teach High School Molecular Biology, *Journal of Science Educational Technology*, 17:49–58 DOI 10.1007/s10956-007-9080-4.
160. Rowe, G. W., & Gregor, P. (1999): A computer based learning system for teaching computing: Implementation and evaluation. *Computers & Education*, 33(1), 65-76
161. Ридли, М. (2001): *Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља*, Плато, Београд.
162. Sancar Tokmak, H., Incikabi, L. & Yanpar Yelken, T. (2012): Differences in the educational software evaluation process for experts and novice students. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28 (8), 1283-1297.
163. Savić, A., Gavrilović, J.(2010): Savremene informacione tehnologije u matematičkom obrazovanju, *INFOTEH-JAHORINA*, Vol. 9, Ref. E-IV-13, p. 678-682.
164. Савић, Д. (2010): Мултимедиј у савременој настави ликовне културе, *НОРМА*, XV, 261-269.
165. Savičić, J., Popović, V. (2011): Образовни računarski softver u funkciji unapređenja kvaliteta nastave i učenja, *Pedagogija*, 4/11, 686-693.
166. Selinger, M. (2004): Developing and using content in technology enhanced learning environments. In I. P. A. Cheong, H. S. Dhindsa, I. J. Kyeleve, & O. Chukwu (Eds.), *Globalisation trends in science, mathematics and technical education* (pp. 24–37). Gadong: Universiti Brunei Darussalam.
167. Siegle, D., & Foster, T. (2001): Effects of laptop computers with multimedia and presentation software on student achievement in anatomy and physiology. *Journal of Research on Technology in Education*, 34, 29-37.
168. Siemens, G. (2004): *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*, <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>
169. Singh, Y. G. (2010): A Study of Effectiveness of Multimedia Programme in Teaching Biology Research Analysis and Evaluation, *International Research Journal*, Vol1, issue 11, retrieved in August, 2011 from [http:// www.ssmrae.com](http://www.ssmrae.com).
170. Службени гласник РС – Просветни гласник, 8, 2008, Београд.
171. Scardamalia, M. (2001): Big Change Questions “Will Educational Institutions, within their Present Structures, be Able to Adapt Sufficiently to Meet the Needs of the Information Age?”. *Journal of Educational Change*, 2(2), 165-176.
172. Schacter, J. (2000): *Does Individual Tutoring Produce Optimal Learning?*, *American Educational Research Journal*, Vol. 37, No. 3, p. 801-829.
173. Soong, B. (2008): Learning through computers: Uncovering students' thought processes while solving physics problems. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(5), 592-610. <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet24/soong.html>
174. Starbek, P., Starčić Erjavec, M. & Peklaj, C. (2010): Teaching genetics with multimedia results in better acquisition of knowledge and improvement in comprehension. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26:214–224. doi:10.1111/j.1365-2729.2009.00344.x
175. Stepich, D. A. & Ertmer, P. A. (2009): Teaching instructional design expertise: Strategies to support students' problem-finding skills. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 7, 147-170.
176. Sternberg S.(1966): High-speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.

177. Suppes, P., & Morningstar, M. (1972): *Computer-Assisted Instruction: Stanford, 1965-1966: Data, Models, and Evaluation of the Arithmetic Programs*, New York/ London: Academic Press.
178. Swanson, H. L., O'Connor, J. E., & Cooney, J. B. (1990). An information processing analysis of expert and novice teachers' problem solving. *American Educational Research Journal*, 27(3), 533-556. <http://dx.doi.org/10.3102/00028312027003533>
179. Sweller, J., Van Merriënboer, J. & Pass, F. (1998): Cognitive architecture and Instructional design, *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.
180. Taylor, C. D. (1992): *Choosing a Display Format for Instructional Multimedia: Two Screens vs. One*. In: *Proceedings of Selected Research and Development Presentations at the convention of the Association for Educational communications and Technology*, 761-785.
181. Tekbiyik, A., Akdeniz, A. R. (2010): A meta-analytical investigation of the influence of computer assisted instruction on achievement in science, *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11 (2), 1-22.
182. Терзић, Ј., Миљановић, Т. (2009а): Реализација програма биологије у гимназији и заступљеност мултимедија, *Педагошка стварност*, Вол. 55 (7-8), 735-744.
183. Терзић, Ј., Миљановић, Т. (2009б): Ефикасност примене мултимедије у настави биологије у гимназији, *Настава и васпитање*, Vol. 1, 1-14.
184. Tjaden, B. J., & Martin, C. D. (1995). Learning effects of computer-assisted instruction on collage students, *Computers & Education*, 24(4), 221–277.
185. Tobias, S. (1989): Another look at research on the adaptation of instruction to student characteristics, *Educational Psychology*, 79, 154-161.
186. Tsai, C.-C., & Chou, C. (2002): Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18:157–165. doi:10.1046/j.0266-4909.2002.00223.x
187. Tsui, C. Y., & Treagust, D. (2003): Learning genetics with computer dragons. *Journal of Biological Education*, 37(2), 96-98.
188. Tsui, C.-Y., & Treagust, D.F. (2004): Motivational aspects of learning genetics with interactive multimedia. *The American Biology Teacher*, 66, 277–286.
189. Tsui, C. Y. & Treagust, D.F. (2007): Understanding Genetics: Analysis of Secondary Students' Conceptual Status *Journal of research in science teaching*, 44, (2), 205–235
190. Tulving, E. (1972): *Episodic and semantic memory*, London U E. Tulving I W. Donaldson (Eds.), *Organization of Memory*, Academic Press, New York.
191. Tulving, E. (1983): *Elements of Episodic Memory*, Clarendon Press/Oxford University Press.
192. Туцић, Н., Матић, Г. (2002): *О генима и људима*, Центар за примењену психологију, Београд.
193. Турчић, Б. (1985): *Развиће животиња*, Научна књига, Београд
194. Ferguson, N. H., Chapman, S. R. (1993): Computer-Assisted Instruction for Introductory Genetics, *Journal of Natural Resources and Life Science Education*, 22, 145-152.
195. Ferrer, L. M. (2002). Computer integration in science and mathematics teaching. In H. S. Dhindsa, I. P. A. Cheong, C. P. Tendencia, & M. A. Clements (Eds.), *Realities in science, mathematics and technical education* (pp. 87–93). Gadong: Universiti Brunei Darussalam.

196. Fletcher, J. D., & Tobias, S. (2005): The multimedia principle. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 117, 133.
197. Franklin, S. Peat, M. (1998a): *Online learning: the first year biology way*, School of Biological Sciences, The University of Sydney, Australia.
198. Franklin, S. Peat, M. (1998b): *Strategies to support learning and student progression: the first year biology way*, School of Biological Sciences, The University of Sydney, Australia.
199. Freeman, W. H. (2000): *Genetics and the Organism: Introduction*, An Introduction to Genetic Analysis 7th, New York.
200. French, K., Rodgeron, L. (1998): *The integration of multimedia resources into the teaching of introductory biology practicals*, Ascilite, 261-266.
201. Hall, W. et al. (1989): *Using hypercard and Interactive Video in Education: An Application in cell Biology*. Educational and Training Technology International, 3, 26, 207-214.
202. Hall, T. (2012): Digital renaissance: The creative potential of narrative technology in education. *Creative Education*, 3, 96-100. doi:10.4236/ce.2012.31016.
203. Hannafin, R., & Foshay, W. (2008): *Computer-based instruction's (CBI) rediscovered role in K-12: An evaluation case study of one high school's use of CBI to improve pass rates on high-stakes tests*. Educational Technology Research & Development, 56 (2), 147-160.
204. Haunsel, P. B., & Hill, R. S. (1989): The microcomputer and achievement and attitudes in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), 543–549.
205. Hinostroza, J. E. & Mellar, H. (2001): Pedagogy embedded in educational software desing: Report of a case study. *Computers and Education*, 37(1), 22 - 40.
206. Hilčenko, S. (2003): *Multimedijalni nastavni model instrukcionog dizajna u radno orijentisanoj nastavi tehničkog obrazovanja*, doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu.
207. Hilčenko, S. (2006): Multimedijalni obrazovni softver: ‘‘Od igre do racunara’’ (2), *Pedagoška stvarnost*, br. 9-10, str. 750 – 770.
208. Huber, J. T., & Guise, N. B. (1995): Educational software evaluation process. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2, 259-96.
209. Huitt, W. (2009): *Constructivism*, Educational Psychology Interactive, Valdosta, GA: Valdosta State University.
210. Çekbas, Y., Yakar H., Yildirim, B., & Savran, A. (2003): The Effect of Computer Assisted Instruction on Students, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2 (4), 7678.
211. Cheng, Y. H., Cheng, J. T., & Chen, D. J. (2012): The Effect of Multimedia Computer Assisted Instruction and Learning Style on Learning Achievement- WSEAS *Transactions on Information Science and Applications* Issue 1, Volume 9, p.24-35
212. Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.
213. Clark, R. C., Mayer, R. (2003): *E-learning and science of instruction*, Pfeiffer, San Francisco.
214. Clark, R. E. (Ed.), (2001): *Learning from media: arguments, analysis and evidence*, Information Age Publishers, Greenwich.
215. Cook, L. K., Mayer R. E., (1998): Teaching readers about the structure of scientific text, *Journal of educational psihology* , 80, 448-456.

216. Cooper, B., & Brna, P. (2002): Supporting high quality interaction and motivation in the classroom using ICT: The social and emotional learning and engagement in the NIMIS project. *Education Communication & Information*, 2(2–3), 113–138.
217. Corn, J., Pittendrigh, B. R., & Orvis, K. S. (2004): Genomics analogy model for educators (GAME): from jumping genes to alternative splicing. *Journal of Biological Education*, 39(1), 24–26.
218. Coye, R. W., & Stonebraker, P. W. (1994): The effectiveness of personal computers in operations management education. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(12), 35–46.
219. Chandler, P., Sweller, J. (1991): Cognitive load theory and format of instruction, *Cognition and instrumentation*, 8, 293–332.
220. Cvjetičanin, S., Pećanac, R., Sakač, M., & Djurendic-Brenesel, M. (2013): Computer Application in the Initial Education of Children in Natural Sciences, *Croatian Journal of Education* Vol: 15 (1), pages: 87–108.
221. Џамић Шепа, Н. (2014): *Компаративна анализа програма биологије за основну школу у Србији и другим европским земљама*, докторска дисертација, Природно-математички факултет, Нови Сад.
222. Шарановић-Божановић, Н. (1995): Знање и разумевање у настави, у *Сазнавање и настава*, Београд: Институт за педагошка истраживања, 95 - 114.
223. Šoljan, N. N. (1972): *Nastava i učenje uz pomoć kompjutera*, Pedagoško-književni zbor, Zagreb.
224. Špijunović, K., (2004): *Uloga nastavnika u identifikaciji i radu sa potencijalno darovitim učenicima*, Zbornik 10 „Strategije podsticanja darovitosti“, Viša škola za obrazovanje vaspitača, Vršac.
225. Yildirim, Z., Ozden, M.Y. & Aksu, M. (2001): Comparison of hypermedia learning and traditional instruction on knowledge acquisition and retention, *Journal of Educational Research*, 94 (4), 207–214.
226. Yusuf, M. O., Afolabi, A. O. (2010): Effects of Computer Assisted Instruction (CAI) on Secondary School Students' Performance in Biology, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9 (1), 62–69.
227. Williams, M., Montgomery, L. M., & Manokore, V. (2012): From Phenotype to Genotype: Exploring Middle School Students' Understanding of Genetic Inheritance in a Web-Based Environment. *The American Biology Teacher*, 74(1), pp. 35–40.
228. Windschitl, M. (1998): The WWW and classroom research: What path should we take? *Educational Researcher*, 27(1), 28–33.
229. Wittrock, M. C., (1989): Generative process of comprehension, *Educational Psychologist*, 24, 345–37.
230. Wrench, J. (2001): Educational Software Evaluation Form: Towards a New Evaluation of Educational Software. *The Source*, 3(1), 34–47.

WEB стране

231. <http://www.carnet.hr/referalni/obrazovni/mkod/pedagogijkonstr>
232. <http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html>
233. <https://www.microsoft.rs.com/>
234. <http://www.globe.gov/>
235. <http://web.mit.edu/esgbio/www/>
236. <http://images.nbii.gov>
237. <http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/biobooktoc.html>
238. http://home.comcast.net/~clupold96/quiz_table_of_contents.htm

239. <http://www.kumc.edu/gec/resource.html>
240. <http://learn.genetics.utah.edu/>
241. <http://www.colostate.edu/programs/lifescience/TransgenicCrops/>
242. <http://biology.clc.uc.edu/courses/Bio105/geneprob.htm>
243. <http://www.bionet-skola.com/w/Biologija>
244. <http://secondlife.com>
245. <http://www.howstuffworks.com/index.htm>
246. <http://www.learner.org/channel/courses/biology>
247. www.enature.com
248. www.nlm.nih.gov/medlineplus/encyclopedia.html
249. <http://www.photobiology.info/Animate.html>
250. http://www.mhhe.com/biosci/genbio/virtual_labs_2K8/pages/DNA_And_Genes.html
251. <http://teach.valdosta.edu/whuitt/col/cogsys/construct.html>
252. <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet24/soong.html>
253. <http://www.ssmrae.com>
254. http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/
255. <http://www.newscientist.com/topic/genetics>

7. ПРИЛОГ

7.1. Иницијални тест

Објективна провера знања, умења и навика ученика из биологије

Име и презиме _____ Разред и одељење _____

Школа _____ Датум _____

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

I НИВО ПОЗНАВАЊА ЧИЊЕНИЦА

I Заокружи слово испред тачног одговора:

- Молекуларну основу различитих биолошких појава и процеса проучава:
 - генетика
 - молекуларна биологија
 - физиологија
 - еволуциона биологија
- Авери, Мек Леод и Мек Карти су 1944. године вршећи експерименте на бактеријама доказали да наследну материју чини:
 - ДНК
 - РНК
 - протеини
 - рибозоми
- Пиримидинске базе су:
 - тимин, цитозин и урацил
 - аденин, цитозин и гуанин
 - гуанин и цитозин
 - тимин и аденин
- Полинуклеотид је полимер:
 - чије су мономерне јединице азотне базе
 - чије су мономерне јединице аминокиселине
 - чије су мономерне јединице нуклеотиди
 - чије су мономерне јединице моносахариди
- Полипептид постаје биолошки активан у:
 - Примарној структури
 - Секундарној структури
 - Терцијарној структури
 - Сви одговори су тачни

II Утврди који су искази тачни (Т), односно нетачни (Н).

6. ДНК се састоји из два паралелна полинуклеотидна ланца. Т Н
7. Процес у ком ДНК служи као матрица за синтезу РНК назива се транскрипција. Т Н
8. Процес у ком и-РНК служи као матрица за синтезу протеина назива се репликација. Т Н
9. У састав и-РНК улази азотна база тимин. Т Н
10. Градивне јединице протеина су аминокиселине. Т Н

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

II НИВО РАЗУМЕВАЊА ПОЈМОВА

III Вишеструка асоцијација

Дати су појмови и објашњења. Сваком појму одговара само једно објашњење. У заграду испред објашњења упиши број одговарајућег појма.

- 11.
1. Ензими
 2. Хемоглобин
 3. Имуноглобулини
 4. Хормон раста
 5. Албумин
- () Транспортер кисеоника у крви.
- () Резервоар аминокиселина као хранљивих састојака за ембрион.
- () Штите организам од бактерија и вируса.
- () Биолошки катализатори.
- () Има регулаторну улогу у организму.

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

- 12.
1. Интрон
 2. Егзон
 3. Антикодон
 4. Код
 5. Ген
- () Скуп од три узастопна нуклеотида у молекулу транспортне РНК.
- () Скуп од три узастопна нуклеотида у молекулу ДНК.
- () Део гена који не носи информацију за синтезу протеина.
- () Део гена који носи информацију за синтезу протеина.
- () Скуп свих низова нуклеотида у ДНК који одговарају једном полипептидном ланцу.

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

13.

1. РНК – полимераза („примаза“)
 2. Нуклеаза
 3. ДНК – полимераза
 4. Лигаза
- () Ензим који сече фосфодиестарске везе у молекулу ДНК.
 () Ензим који отпочиње репликацију.
 () Ензим који додаје нуклеотиде на 3’ крај растућег полинуклеотидног ланца.
 () Ензим који повезује нуклеотиде фосфодиестарским везама

	8
--	---

IV Искључива асоцијација

Дата су четири појма и пет тврдњи. Повежи појмове са одговарајућим тврдњама (једна тврдња не припада ни једном појму).

14.

а	Промотор	1	Уклањање интрона из примарног транскрипта и спајање егзона.
б	Транскрипција	2	Процес који се одвија само у еукариотским ћелијама, након транскрипције.
в	Обрада примарног транскрипта	3	Низ нуклеотида за који се везују РНК полимераза и регулаторни протеини, а налази се испред гена коме припада.
г	Сплајсозоми	4	Процес синтезе РНК.
		5	Процес који се одвија и у прокариотским и у еукариотским ћелијама, након транскрипције.

Појму	а	б	в	г	Одговара објашњење под бројем			
-------	---	---	---	---	-------------------------------	--	--	--

	8
--	---

15.

а	AUG	1	„Стоп – сигнал“ транслације.
б	UAA	2	Кодон за фенилаланин.
в	UUU	3	„Стоп – сигнал“ транскрипције.
г	AAAAAA	4	„Стоп – сигнал“ репликације.
		5	„Старт – сигнал“ транслације (кодон за метионин).

Појму	а	б	в	г	Одговара објашњење под бројем			
-------	---	---	---	---	-------------------------------	--	--	--

	8
--	---

16.

а	Експресија гена	1	Регулација експресије гена.
б	Пропротеини	2	Стаклене плочице са хиљадама једноланчаних ДНК које одговарају различитим генима.
в	ДНК чипови	3	Синтеза функционалног протеина.
г	Транскрипциони фактори	4	Регулација репликације.
		5	Неактивне претече протеина.

Појму	а	б	в	г	Одговара објашњење под бројем				
-------	---	---	---	---	-------------------------------	--	--	--	--

	8
--	---

V Напиши стручне називе за следеће болести:

16. Услед мањка витамина Ц ремети се синтеза колагена _____.
17. Мањак колагенских влакана _____.
18. Неправилна структура хемоглобина која доводи до измењеног облика еритроцита. _____.

	3
--	---

III) НИВО АНАЛИЗЕ И РЕЗОНОВАЊА

VI Реши задатке:

19. Ако је базни састав молекула ДНК такав да 24% чини гуанин и 26% аденин, колики је садржај тимина и цитозина у том молекулу.
Тимина има _____ %.
Цитозина има _____ %.

	5
--	---

20. Сегмент ДНК ланца садржи нуклеотиде у следећем редоследу АГГТЦТААЦ. Напиши производ репликације и заокружи кодове.
- _____

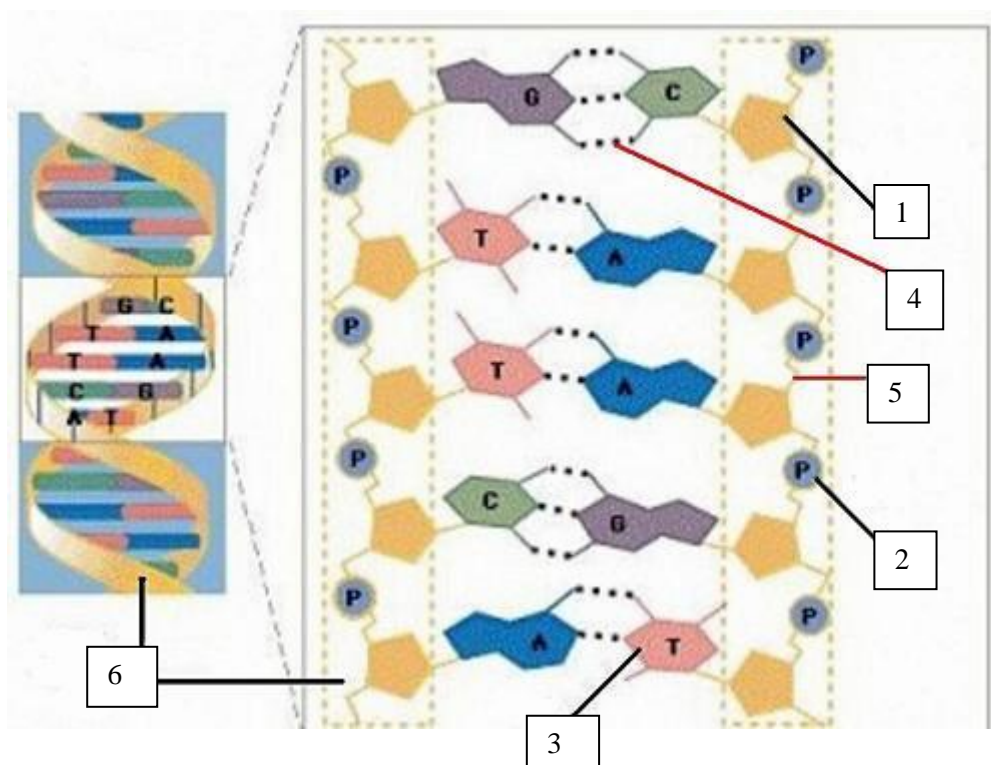
	5
--	---

21. Редослед нуклеотида у делу молекула информационе РНК је УУАЦГЦАЦГ. Напиши редослед нуклеотида у ланцу молекула ДНК са кога је преписана дата информациона РНК.
- _____

	5
--	---

VII Сlikовита форма

22. На слици је _____ . Обележи на слици означене делове.



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

	10
--	----

7.1.1. Решење иницијалног теста и критеријум бодовања

Група задатака	Број питања	Тачан одговор	Број поена
I	1.	б	2
	2.	а	2
	3.	а	2
	4.	в	2
	5.	в	2
II	6.	Н	2
	7.	Т	2
	8.	Н	2
	9.	Н	2
III	10.	Т	2
	11.	2, 5, 3, 1, 4	10
	12.	3, 4, 1, 2, 5	10
	13.	2, 1, 3, 4	8
IV	14.	а – 3, б – 4, в – 2, г – 1	8
	15.	а – 5, б. – 1, в – 2, г – 3	8
	16.	а – 3, б – 5, в – 2, г – 1	8
V	17.	Ехлер-Данлосов синдром	1
	18.	Скорбут	1
	19.	Анемија српастих ћелија	1
VI	20.	26, 24	5
	21.	ТЦЦАГАТТГ	5
	22.	ААТГЦГТГЦ	5
VII	23.	ДНК молекул	1
		1 – дезоксирибоза	1,5
		2 – фосфатна група	1,5
		3 – азотна база	1,5
		4 – водонична веза	1,5
		5 – ковалентна веза (Фосфодиестарска веза)	1,5
		6 – скелетни део ДНК (ланац ДНК)	1,5
	10		
Укупно бодова:			100

Предлог кључа за оцењивање:

- 1 до 35 поенанедовољан (1)
- 36 до 50 поена довољан (2)
- 51 до 75 поена добар (3)
- 76 до 90 поена врло добар (4)
- 91 до 100 поена одличан (5)

7.2. Финални тест (ретест)

Објективна провера знања, умења и навика ученика из биологије

Систематизација наставне теме *Механизми наслеђивања*

Име и презиме _____ Разред и одељење _____

Школа _____ Датум _____

ПИТАЊА И ЗАДАЦИ

I) НИВО ПОЗНАВАЊА ЧИЊЕНИЦА

I ВИШЕСТРУКИ ИЗБОР

Заокружи слово испред тачног одговора:

- Основна правила наслеђивања открио је:
 - Карл Лине
 - Чарлс Дарвин
 - Грегор Мендел
 - Томас Морган
- Фенотип је резултат:
 - свих наследних фактора
 - комбинације срединских чинилаца
 - комбинације наследних фактора и фактора средине
 - односа родитеља и потомака
- Квантитативне особине су:
 - под контролом већег броја гена и фактора средине
 - под контролом једног гена
 - под контролом фактора средине
 - под контролом једног гена и фактора средине
- Полни хромозоми се налазе:
 - у свим ћелијама
 - само у гаметима
 - само у гонадама
 - само у телесним ћелијама
- Мутације које узрокују смрт јединке називају се:
 - сублеталне
 - леталне
 - условно – леталне
 - ензимопатије

II УТВРДИ КОЈИ СУ ИСКАЗИ ТАЧНИ (Т) ОДНОСНО НЕТАЧНИ (Н)

- | | | |
|---|---|---|
| 6. Y хромозом је знатно мањи од X хромозома. | Т | Н |
| 7. Рецесивни алел на X хромозому испољава се код мушког пола. | Т | Н |
| 8. X везане особине се увек преносе по мушкој линији. | Т | Н |
| 9. Y везане особине преносе се са оца на сина. | Т | Н |
| 10. Место гена на хромозому назива се локус. | Т | Н |

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

III НИВО РАЗУМЕВАЊА ПОЈМОВА

III ВИШЕСТРУКА АСОЦИЈАЦИЈА

Дати су појмови и њихова објашњења. Сваком појму одговара само једно објашњење. У загради испред објашњења упиши број одговарајућег појма.

11.

- 1) Фенотип
- 2) Генотип
- 3) Доминантан
- 4) Рецесиван
- 5) Кодоминантан

() Генетичка конституција јединке.

() Стварни изглед јединке (морфолошке и физиолошке особине, особине понашања...).

() Алел који се испољава код хомозигота и хетерозигота.

() Алел који се испољава искључиво у хомозиготном стању.

() Два алела у истом степену доприносе испољавању особине у наредној генерацији.

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

12.

- 1) Рекомбинације
- 2) Делеције
- 3) Инверзије
- 4) Транслокације

() Промена редоследа гена на хромозому.

() Промена када неки део хромозома недостаје.

() Размена делова нехомологих хромозома.

() Размена делова хомологих хромозома.

	8
--	----------

13.

- 1) Полиплоидија
- 2) Анеуплоидија
- 3) Тетраплоидија
- 4) Тризомија
- 5) Монозомија

- () Присуство више од два комплетна сета хромозома у организму.
- () Организми са четири сета хромозома.
- () Промене у броју појединачних хромозома.
- () Појава недостатка једног хромозома у организму.
- () Појава вишка једног хромозома у организму.

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

IV ИСКЉУЧИВА АСОЦИЈАЦИЈА

Дати су појмови и њихова објашњења. Повежи појмове са одговарајућим објашњењем (једно објашњење не припада ни једном појму).

14.

а	Генетичка варијабилност	1	Релативне учесталости алела и генотипова кроз генерације остају непромењене.
б	Генетичка структура	2	Скуп свих гена свих јединки у популацији.
в	Генски фонд	3	Учесталост различитих генетичких варијанти у популацији.
г	Генетичка равнотежа	4	Различите генетичке варијанте у популацији.
		5	Учесталост одређеног алела у популацији.

Појму	а	б	в	г	Одговара објашњење под бројем				
-------	---	---	---	---	-------------------------------	--	--	--	--

	8
--	----------

15.

а	Хибридизација	1	Замена нефункционалног гена другим, који ће обезбедити нормално функционисање организма.
б	Клонирање	2	Смена генских продуката у процесу развића.
в	Генска терапија	3	Укрштање различитих генетичких линија.
г	Епигенеза	4	Деоба ћелија.
		5	Стварање генетички истоветних копија.

Појму	а	б	в	г	Одговара објашњење под бројем				
-------	---	---	---	---	-------------------------------	--	--	--	--

	8
--	----------

16.

а	Албинизам	1	Аутозомно доминантно наслеђивање.
б	Патуљаст раст	2	Наслеђивање везано за пол.
в	Хемофилија	3	Аутозомно рецесивно наслеђивање.
г	Интелигенција	4	Полигено наслеђивање.
		5	Мултифакторско наслеђивање.

Појму	а	б	в	г	Одговара објашњење под бројем				
-------	---	---	---	---	-------------------------------	--	--	--	--

	8
--	----------

V Напиши стручне називе за следеће поремећаје броја хромозома код човека:

17.

- _____ Тризомија 21. хромозома.
_____ Тризомија 18. хромозома.
_____ Монозомија X хромозома код жена.
_____ Дизомија X хромозома код мушкараца.

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

**III) НИВО АНАЛИЗЕ И РЕЗОНОВАЊА
VI РЕШИ ЗАДАТКЕ**

18. Бела вуна код оваца детерминисана је рецесивним алелом б (б), а тамна доминантним алелом Б (Б). Женка са белом вуном укрштена је са мужјаком тамне вуне (хетерозигот). Које се фенотипске пропорције очекују у потомству?

Израда:

P:

F1:

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

19. У браку здравих родитеља, рођено је дете оболело од галактоземије. Одреди генотип родитеља, прикажи наслеђивање и заокружи генотип оболелог детета.

Израда:

P:

F1:

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

20. Учесталост рецесивног алела у једној популацији је двоструко већа од учесталости доминантног алела. Одреди учесталост особа са доминантном особином.

Израда:

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

7.2.1. Решење финалног теста (ретеста) и критеријум бодовања

Група задатака	Број питања	Тачан одговор	Број поена
I	1.	в	2
	2.	в	2
	3.	а	2
	4.	а	2
	5.	б	2
II	6.	Т	2
	7.	Т	2
	8.	Н	2
	9.	Т	2
	10.	Т	2
III	11.	2, 1, 3, 4, 5	10
	12.	3, 2, 4, 1	8
	13.	1, 3, 2, 5, 4	10
IV	14.	а – 4; б – 3; в – 2; г - 1	8
	15.	а – 3; б – 5 ; в – 1 ; г - 2	8
	16.	а – 3 ; б – 1 ; в – 2 ; г - 5	8
V	17.	Даунов синдром Едвардсов синдром Тарнеров синдром Клинефелтеров синдром	4
VI	18.	50% ($\frac{1}{2}$) белих јединки и 50% ($\frac{1}{2}$) тамних јединки	4
	19.	Генотип родитеља: Аа Генотип детета: аа	10
	20.	0,55 или 55%	10
Укупно бодова:			100

Предлог кључа за оцењивање:

- 1 до 35 поена недовољан (1)
- 36 до 50 поена довољан (2)
- 51 до 75 поена добар (3)
- 76 до 90 поена врло добар (4)
- 91 до 100 поена одличан (5)

7.3. Анкета за ученике експерименталних одељења о реализацији наставних садржаја наставне теме *Механизми наслеђивања* применом образовно рачунарског софтвера

Током реализованих наставних садржаја из Генетике применом образовног рачунарског софтвера упознали сте се са новим начином рада, који је имао циљ да наставне садржаје учини занимљивијим и квалитетнијим, а истовремено олакша учење истих. Молим те да искрено изнесеш своја запажања о оваквом начину реализације наставе биологије, како би смо сагледали и отклонили недостатке у будућој организацији и реализацији наставе биологије применом образовног рачунарског софтвера.

Име и презиме _____

1. Колико се слажеш са наведеним исказима о учењу биологије?
(За сваку тврдњу са којом се слажеш стави знак X у једном реду)

Р.б.	Тврдње	У потпуности се слажем	Слажем се	Нисам сигуран	Не слажем се	Уопште се не слажем
1.	Лако постижем добар успех из биологије					
2.	Није ми тешко да учим биологију					
3.	Волео бих да имам више часова биологије					
4.	Биологију најлакше учим кад истражујем сам или са групом ученика.					
5.	Биологија је тешка за учење					
6.	Биологија је досадна					

2. Какви су ти раније били часови биологије (пре примене ОРС-а)?
- Интересантни
 - Просечни
 - Досадни
3. По твом мишљењу садржаји наставне теме *Механизми наслеђивања* су:
- Веома корисни
 - Занимљиви
 - Тешки и непотребни

4. Како је твоје мишљење о начину учења биологије применом образовно рачунарског софтвера?

Р.б.	Тврдње	У потпуности се слажем	Слажем се	Нисам сигуран	Не слажем се	Уопште се не слажем
1.	Часови биологије применом рачунарског софтвера су ми били интересантни.					
2.	Овакав облик наставе биологије омогућио ми је да научим много више за краће време.					
3.	Овакав начин учења биологије је веома добар и користан.					
4.	Учење биологије уз помоћ ОРС-а ми је било тешко и напорно.					
5.	Примена рачунарског софтвера на часовима биологије ми је омогућила да лакше научим и боље разумем наставне садржаје из биологије.					
6.	Волео бих да и друге теме из биологије учим на овакав начин.					

5. Шта мислиш о рачунарском софтверу који си користио/ла на часовима обраде наставне теме Механизми наслеђивања?

Р.б.	Тврдње	У потпуности се слажем (5)	Слажем се (4)	Нисам сигуран (3)	Не слажем се (2)	Уопште се не слажем (1)
1.	Лако сам користио образовни софтвер.					
2.	Изглед интерфејса слајдова ми се допао.					
3.	Свидело ми се што смо часове започињали квизом.					
4.	Учење лекција ми је било лако и занимљиво.					
5.	Свиделе су ми се вежбе и анимација на рачунару.					
6.	Завршни тестови после сваке лекције су ми били занимљиви, лаки и корисни.					
7.	Слике приказане у „Галерији” су ми помогле да боље научим градиво.					
8.	„Занимљивости” сам читао са интересовањем.					
9.	Завршни тест ми је помогао да остварим бољи успех на контролном задатку.					

6. Да ли је примена образовног софтвера у настави Генетике допринела бољем разумевању биолошких појмова и процеса?
- а. Да
 - б. Не
 - в. Не знам
7. Шта ти се највише допало током реализованих часова биологије применом образовног рачунарског софтвера?
- _____
- _____
- _____
8. Шта ти се није допало и шта ти није одговарало током оваквог начина рада?
- _____
- _____
- _____
9. Који од наведених начина учења биологије је по твом мишљењу најефикаснији?
- а. Настава биологије уз примену ОРС-а
 - б. Традиционална настава биологије
 - в. И једно и друго (комбиновано)

Захваљујем ти се на искрености и сарадњи.

7.4. Преглед писаних припрема за реализацију садржаја наставне теме *Механизми наслеђивања у експерименталној групи ученика*

Писане припреме укључују поред општих методичких података и приказ образовног софтвера, као и питања и задатке *Уводног предавања* и *Теста* за сваку наставну јединицу обухваћену овом темом.

7.4.1. Организација и механизми преношења генетичког материјала

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Организација и механизми преношења генетичког материјала.
Тип часа	Обрада новог градива
Циљеви часа	<ul style="list-style-type: none"> – Усвајање основних појмова у генетици. – Разумевање значаја генетичких истраживања. – Развијање способности уочавања, анализе и синтезе.
Задаци часа:	
а) образовни	Стицање основних знања из генетике (шта је генетика, шта проучава генетика, у чему се огледа значај генетичких истраживања). Усвајање појмова: генетика, трансмисиона генетика, популациона генетика, молекуларна генетика, цитогенетика.
б) васпитни	Развијање свести ученика о значају генетике као науке и могућности примене генетичких законитости у свакодневном животу. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика, логичког закључивања... Развијање способности селекције и организовања информација.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог) и метода самосталног рада ученика.
Наставни облик	Индивидуални
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара
Наставна средства	Образовни рачунарски софтвер, евалуциони листићи.
Наставна помагала	Рачунар
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – - Завршни део часа 10 минута

- Литература за наставника**
- Ридли, М. (2001): *Геном – аутобиографија врсте у 23 поглавља*, Плато, Београд.
 - Туцић, Н., Матић, Г. (2002): *О генима и људима*, Центар за примењену психологију, Београд.
 - Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.
 - Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): *Генетика*, Научна књига, Београд.
- Литература за ученике**
- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.
 - Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” (Одачић, 2009).

Ток часа:

КОРАК 1. Упознавање ученика са новим начином рада на часовима биологије

Наставник даје кратко упутство за покретање и употребу образовног софтвера. Пошто су рачунари умрежени покретањем софтвера на наставничком рачунару, аутоматски се покреће софтвер и на ученичким рачунарима. Наставник даје основне информације о софтверу, објашњава његове целине и начин употребе. Након тога наставник саопштава ученицима да отворе *Уводно предавање* под називом *Увод у генетику*. У овом делу се налази 7 питања и задатака који представљају увод у ново градиво. *Увод у генетику* је креиран у виду квиза са различитим типовима питања, као што су: тачно/нетачно, вишеструки избор, упиши тачан одговор, спој суд и појам. По завршетку квиза ученик добија информацију о укупном броју бодова које је могуће освојити, бодовима који су потребни за пролазност, освојеном броју бодова, временском трајању тестирања као и коментар о успешности тестирања. Сваки ученик индивидуално ради квиз, а наставник прати рад ученика и помаже у решавању евентуалних нејасноћа и техничких проблема. Успешно урађен квиз је предуслов за приступ обради новог градива.

Увод у генетику садржи следећа питања и задатке:

1. Носиоци и реализатори наследних особина у ћелији су гени.
 - тачно
 - нетачно
2. Молекули ДНК:
 - има способност саморепликације
 - не носи генетичку информацију
 - не подлеже процесу транскрипције
3. Продукти генетичког инжињерства су (означи тачне одговоре):
 - инсулин
 - хормон раста
 - микроорганизми
 - вируси

4. Наука која проучава наслеђивање особина назива се:

5. Спој суд и појам _____

експресија гена	замена нефункционалног гена функционалним
генска терапија	синтеза функционалног протеина
клон	генетички идентична копија
мутације	грешке репликације ДНК

6. Генетичко инжињерство се бави _____

7. Гени су низови нуклеотида у молекулу РНК.

- тачно
- нетачно

Очекивани одговори:

1. тачно
2. има способност саморепликације
3. инсулин, хормон раста
4. генетика
5. експресија гена - синтеза функционалног протеина
генска терапија - замена нефункционалног гена функционалним
клон - генетички идентична копија
мутације - грешке репликације ДНК
6. манипулацијом генетичким материјалом
7. нетачно

КОРАК 2. Самосталан рад ученика на ОРС-у

У главном делу часа ученици се линкују на део софтвера под називом *Градиво*, те кликну на хиперлинк *Шта је генетика*. У почетку наставник прелази слајдове заједно са ученицима да их подстакне на рад, а затим ученици самостално савлађују дато градиво. У овом делу ученици се самостално упознају са дефиницијом и предметом проучавања генетике као науке, начином проучавања и методама које се користе у генетици. Сврха презентационог дела часа јесте да мултимедијални приказ употпуни рецепцију градива и олакша је, јер је врло велики број утисака које човек прима визуелним путем. Ученик се сам креће по градиву, дуж се задржава на деловима који га више занимају, има могућности да сазна више него што је програмом предвиђено, а може и да провери своје знање.

Док ученици раде самостално на рачунарима, наставник на свом рачунару прати рад сваког ученика. Уколико се појави технички проблем, наставник обилази ученике и помаже им у њиховом отклањању.

КОРАК 3. Евалуација ученика

На самом крају часа ученици попуњавају евалуационе листиће и дају своје мишљење о оваквом виду реализације наставног часа.

Евалуациони листић

Понуђено је неколико тврдњи, заокружи ону која одражава твој став:

1. Примена информационих технологија олакшава савладавање градива:
 - а) у потпуности се слажем

- б) делимично се слажем
 в) не слажем се
2. Ова концепција часа повећава мотивацију ученика
 а) у потпуности се слажем
 б) делимично се слажем
 в) не слажем се
3. Желео/желела бих да се већина часова реализује уз примену информационих технологија
 а) у потпуности се слажем
 б) делимично се слажем
 в) не слажем се
4. Ако ти се свидео овакав начин рада напиши нам зашто.

5. Ако ти се није свидело напиши нам шта је твоја замерка.

7.4.2. Основна правила наслеђивања

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Основна правила наслеђивања
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Стицање основних знања о правилима наслеђивања особина. Усвајање основних појмова у генетици.
Задаци часа	
а) образовни	Стицање основних знања о правилима наслеђивања код живих организама. Усвајање појмова: ген, алел, доминантан, рецесиван, генотип, фенотип, генерација, моно и дихибридно наслеђивање. Оспособљавање ученика за примену новостечених знања у пракси.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње и свести, логичког, индуктивног и дедуктивног закључивања. Развијање креативности и иницијативе у раду, а уједно и стрпљивости и упорности у раду. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика и узрочно-последичних веза. Развијање способности селекције и организовања информација, структурирања садржаја. Применити стечена знања и креативно решавати постављене задатке.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог) и метода самосталног рада ученика.
Наставни облик	Индивидуални.
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара

Наставна и помоћна средства	Образовни рачунарски софтвер.
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” (Одацић, 2009). – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

КОРАК 1. Решавање уводног квиза

У уводном делу часа наставник активира софтвер и саопштава ученицима да отворе *Уводно предавање* под називом *Правила наслеђивања*. У овом делу се налази 7 питања и задатака који представљају увод у ново градиво. На почетку квиза ученик добија информацију о укупном броју питања, максималном броју бодова које је могуће освојити и броју бодова које је потребно освојити за пролазност. Тест је креиран у виду квиза са различитим типовима питања, као што су: тачно/нетачно, вишеструки избор, упиши тачан одговор. Сваки ученик индивидуално ради квиз, а наставник прати рад ученика и помаже у решавању евентуалних нејасноћа и техничких проблема. По завршетку квиза ученик добија информацију о укупном броју бодова које је могуће освојити, бодовима који су потребни за пролазност, освојеном броју бодова, временском трајању тестирања као и коментар о успешности тестирања. Притиском на дугме Review ученик може прегледати квиз и анализирати своје одговоре.

Уводни квиз под називом *Правила наслеђивања* садржи следећа питања и задатке:

1. Особине се наслеђују мешањем телесних течности родитеља.
 - тачно
 - нетачно
2. Трансмисиона генетика проучава начин преношења особина из генерације у генерацију. Преношење особина се прати кроз неколико узастопних генерација.
 - тачно
 - нетачно
3. Цитогенетичким анализама се могу установити:
 - промене у броју и грађи хромозома
 - начини преношења особина кроз генерације
 - отпорности организама на неповољне услове средине
4. Основна правила наслеђивања поставио је _____
5. Мендел је изводио огледе на:

- Баштенском грашку
- Шаргарепи
- Ружи
- Пасуљу

6. Популациона генетика може да утврди које су болести најчесталије у појединим популацијама и самим тим људи могу спровести превентивне мере за смањење њихове учесталости.

- тачно
- нетачно

7. Прво Менделово правило је правило растављања.

- тачно
- нетачно

Очекивани одговори:

1. нетачно
2. тачно
3. промене у броју и грађи хромозома
4. Јохан Грегор Мендел
5. Баштенском грашку
6. тачно
7. тачно

КОРАК 2. Самосталан рад ученика на ОРС-у

У главном делу часа наставник покреће део софтвера под називом *Правила наслеђивања*. Саопштава ученицима да се линкују на ту наставну јединицу и у складу са сопственим могућностима и способностима пређу градиво. Наставник прати рад ученика и по потреби пружа помоћ. У оквиру ове наставне јединице постоји и вежба коју ученици самостално раде.

КОРАК 3. Утврђивање наставне јединице (решавање Теста)

Наставник даје инструкцију: „*Након што завршите наставну јединицу Правила наслеђивања следи тест. Покушајте да што боље урадите задатке.*” Тест садржи осам питања и задатака различитог типа. При раду теста ученик се перманентно обавештава о успешности.

Питања и задаци са теста:

1. Наука која се бави наслеђивањем и варијабилношћу особина назива се:
 - Генетика
 - Молекуларна биологија
 - Цитологија
2. Начин преношења особина из генерације у генерацију проучава:
 - Трансмисиона генетика
 - Молекуларна генетика
 - Цитогенетика
3. Основна правила наслеђивања открио је:
 - Чарлс Дарвин
 - Карл Лине
 - Томас Морган

- Грегор Мендел
- 4. Мендел је испитујући наследне чиниоце пратио само својства која се:
 - Испољавају само у Ф1 генерацији
 - Релативно испољавају
 - Увек испољавају
 - Алтернативно испољавају
- 5. Фенотип је резултат:
 - Односа родитеља и потомака
 - Комбинације наследних фактора и фактора средине
 - Свеукупних наследних фактора
 - Комбинације срединских чинилаца
- 6. Која си се проценат хомозиготног потомства очекује из укрштања Бб × бб?
 - 50%
 - 25%
 - 75%
- 7. У огледима Г. Мендела с грашком ознака Ф1 је:
 - Прва генерација родитеља
 - Друга генерација потомака
 - Прва генерација потомака
- 8. Број различитих генотипова у Ф2 генерацији код дихибридног наслеђивања је:
 - 64
 - 6
 - 9
 - 4

Решење теста:

1. Генетика
2. Трансмисиона генетика
3. Грегор Мендел
4. Алтернативно испољавају
5. Комбинације наследних фактора и фактора средине
6. 50%
7. Прва генерација потомака
8. 9

КОРАК 4. Прегледање Галерије слика и читање Занимљивости

Ученици који на сва питања одговоре тачно, према њиховом избору отвориће линкове *Галерија* и *Занимљивости*, док они који начине грешке у току решавања теста поново ће прочитати градиво како би га боље савладали и успешније решили исти тест.

КОРАК 5. Дискусија

У завршном делу часа наставник прекида рад ученика на рачунару и покреће дискусију како би стекао увид у степен прочитаног и савладаног градива од стране ученика.

Кораци 4. и 5. се понављају на свим часовима обраде новог градива применом ОРС-а, те их стога у наредним припремама нећемо понављати.

7.4.3. Типови и примери наслеђивања особина код биљака и животиња. Варијабилност и наслеђивање квантитативних особина.

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Типови и примери наслеђивања особина код биљака и животиња Варијабилност и наслеђивање квантитативних особина.
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Стицање основних знања о типовима наслеђивања особина код живих организама.
Задаци часа	
а) образовни	Обновити стечена знања из области организације и механизма преношења наследних особина. Стицање нових знања о типовима наслеђивања. Оспособљавање ученика за примену нових знања.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње, аналитичког и логичког закључивања. Развијање осећаја задовољства, самопоуздања и поверења у сопствене способности. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика и узрочно–последичних веза. Развијање способности селекције и организовања информација, структурирања садржаја.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог) и метода самосталног рада ученика
Наставни облик	Индивидуални.
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара.
Наставна и помоћна средства	Образовни рачунарски софтвер.
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

- Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” (Одацић, 2009).

Ток часа:

КОРАК 1.Решавање уводног квиза

У уводном делу часа наставник контролише ученичко самостално покретање софтвера. Ученици по инструкцији одабирају у *Уводном предавању* део под називом *Типови наслеђивања*, те самостално раде задатке. Квиз садржи 10 раличитих типова задатака: тачно/нетачно, вишеструки избор, упиши тачан одговор, поређај одговарајућим редоследом, спој суд и појам. Након што ураде задатке и одговоре на питања апликација износи резултат успешности њиховог рада, те на тај начин ученици знају у ком степену су савладали претходно градиво и колико су спремни за усвајање новог градива.

Питања и задаци:

1. Генотип tt је хомозиготно доминантан.
 - тачно
 - нетачно
2. Фенотип је спољашњи изглед и све физиолошке карактеристике организма.
 - тачно
 - нетачно
3. Алтернативне особине се испољавају по принципу или / или.
 - тачно
 - нетачно
4. Жуто и округло зрно грашка има генотип:
 - ААБб
 - аабб
 - ааБб
 - Аабб
5. Одреди за наведене генотипове да ли су хомо – или хетерозиготни.

ТТ	хетерозигот
Сс	хомозигот
6. Поређај одговарајућим редоследом:
 - Растављање гена на алеле
 - Слободно комбиновање алела
 - Настанак нових генотипова
7. Код сунђера коцкасто тело је доминантна, а округло тело рецесивна особина особина. Сунђер Боб има тело коцкастог облика (хетерозигот), а његова девојка Сузи има округло тело (хомозигот). Који проценат потомака ће имати коцкасто тело? (изрази нумерички)
8. Сунђер Бобов тата има ситне очи, а мајка крупне. Код сунђера ситне очи су рецесивна, а крупне доминантна особина. Сунђер Боб има на мајку крупне очи. Ако је његова мајка хомозиготна за ту карактеристику који је његов генотип по питању крупних очију?
 - Аа

- АА
- аа

9. Светла коса код штрумфова је рецесивна, а тамна доминантна карактеристика. Коврцава коса је доминантна, а равна рецесивна карактеристика. Уколико у брак ступе Штрumpfета са светлом и равном косом и штрумф са тамном коврцавом косом (хетерозигот за обе особине) колики проценат њиховог потомства ће имати мајчине карактеристике?

- 25%
- 50%
- 75%
- 100%

10. Укрштањем две биљке грашка високе стабљике и љубичастог цвета у потомству се очекују следеће пропорције генотипова и фенотипова. Спој одговарајући генотип са учесталашћу фенотипских пропорција.

А-Б-	6/16
А- бб и ааБ-	9/16
аабб	1/16

Очекивани одговори:

1. тачно
2. тачно
3. тачно
4. ААБб

5. ТТ - хомозигот

Сс - хетерозигот

6. Растављање гена на алеле, Слободно комбиновање алела, Настанак нових генотипова

7. 50%

8. Аа

9. 25%

10. А-Б-	9/16
А- бб, ааБ-	6/16
аабб	1/16

КОРАК 2. Самосталан рад ученика на ОРС-у

У главном делу часа ученици прегледају део софтвера који се односи на наставну јединицу која се обрађује на часу. У софтверу су приказани основни типови наслеђивања особина: доминантно – рецесивно, интермедијарно, кододоминантно и корелативно, као и наслеђивање квантитативних особина и облици интеракција међу генима. Сваки слајд садржи јасно теоријско објашњење, наглашене кључне појмове, дефиниције и визуелни приказ типова наслеђивања.

КОРАК 3. Утврђивање наставне јединице

С обзиром на обим градива ове наставне јединице, градиво је подељено тестом на два дела. Први део обухвата доминантно – рецесивно, интермедијарно, кододоминантно и корелативно наслеђивање, а други део полигено наслеђивање и облике интеракције међу генима. Након пређеног првог дела градива следи *Тест 1.* који је осмишљен тако да иде од лакшег ка тежем градиву, при чему ученици перманентно

добиају повратне информације о свом напредовању. Након другог дела градива такође следи *Тест 2*. конципиран на исти начин као и претходни. Наставник на свом рачунару прати рад и обилази их.

Питања и задаци *Теста 1*.:

1. Бројни однос фенотипова у Ф2 генерацији је 9:3:3:1. О ком типу наслеђивања се ради? _____
2. Утврди тачност исказа:
Фенотипски однос у Ф2 генерацији код монохбридног наслеђивања је 2:1.
– Тачно
– Нетачно
3. Утврди тачност исказа:
Рецесиван алел долази до изражаја у хетерозиготном стању.
– Тачно
– Нетачно
4. Утврди тачност исказа:
Број генотипова у Ф2 генерацији при интермедијарном наслеђивању је 2.
– Тачно
– Нетачно
5. Утврди тачност исказа:
Зелена боја грашка је доминантна особина.
– Тачно
– Нетачно
6. Пас кокер шпанијел генотипа А_ Б_ има црну боју длаке, А_бб – браон, ааБ_ - риђу, аабб – жућу боју. Пас црне длаке (хетерозигот) укрштен је са женком истог генотипа и фенотипа. Која се пропорција жућих јединки очекује у потомству?
– 1/4
– 1/8
– 1/9
– 1/16
7. Код човека албинизам је рецесивна моногенска особина. Жена са албинизмом и човек нормалне пигментације чија је мајка имала албинизам ступе у брак. Који се проценат албиниста очекује у потомству?
– 25%
– 50%
– 75%

Очекивани одговори:

1. Дихибридном наслеђивању
2. Нетачно
3. Нетачно
4. Нетачно
5. Нетачно
6. 1/16
7. 50%

Питања и задаци *Теста 2*.:

1. Дете има крвну групу АБ. Два пара родитеља тврде да је то њихово дете. Први пар има следеће крвне групе: отац А, мајка Б, а код другог пара мајка је АБ, а отац са О крвном групом. Ком пару припада дете:
 - Првом пару
 - Другом пару
2. Квантитативне особине су:
 - Под контролом већег броја гена и фактора средине
 - Искључиво под контролом фактора средине
 - Под контролом већег броја гена
 - Моногено детерминисане
3. Сабирно дејство гена којим се контролише развиће квантитативних особина означава се као:
 - Адитивност
 - Корелативност
 - Комплементарност
4. Епистаза је:
 - Везаност гена
 - Сарадња међу генима
 - Маскирање дејства једног гена другим геном
5. Мултифакторски се наслеђује:
 - Даунов синдром
 - Полидактилија
 - Дијабетес

Очекивани одговори:

1. Првом пару
2. Под контролом већег броја гена и фактора средине
3. Адитивност
4. Спречавање дејства једног гена другим
5. Дијабетес

7.4.4. Вежба: израда рачунских задатака из генетике

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Тип часа	Вежба
Циљ часа	Провера оспособљености ученика за практичну примену стечених знања.
Задаци часа	
а) образовни	Схватање и разумевање наслеђивања биолошких особина
б) васпитни	Подстицање ученика на размишљање о значају наследности. Развијање: сарадње међу ученицима, радних навика и организацијских способности, самосталност у раду.
в) функционални	Развијање способности анализе и синтезе знања. Развијање способности примене стеченог знања у новим ситуацијама и анализе постигнутих резултата.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (дијалог) и метода самосталног рада.

Наставни облик	Индивидуални, рад у паровима.
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара
Наставна и помоћна средства	Рачунар, Пројектор, Образовни рачунарски софтвер
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд. – Маринковић, Д., Савић, А. (1986): <i>Биологија са практикумом</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” Одацић, (2009). – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.
Артикулација часа	<p>I део Ученике је потребно груписати у парове. Сваки пар добија задатак да направи мапу ума из пређеног градива генетике у програму Power Point. За реализацију задатка имају 15 минута. Након тога групе презентују своје мапе.</p> <p>II део Ученици индивидуално раде вежбу на рачунару.</p> <p>III део Наставник награђује оценом ученике са највише наведених појмова на мапи ума и ученике који су успешно решили тест.</p>

Ток часа

КОРАК 1. Формирање парова ученика и давање инструкције за рад

У уводном делу часа наставник дели ученике у хетерогене парове. Сваки пар добија задатак да направи мапу ума из пређеног градива. Наставник даје инструкцију шта мапа ума треба да садржи. Мапу креирају у програму Power Point. Након тога ученици презентују своје мапе.

КОРАК 2. Презентација ученичких радова

У главном делу часа Сваки пар ученика презентује на Video ВМ-и своју Мапу ума. Следи кратка дискусија о резултатима рада ученика. Наставник објашњава како се раде задаци. Даје инструкције и упутства како се примењују правила наслеђивања у задацима.

КОРАК 3. Израда рачунских задатака

Сваки ученик индивидуално отвара део софтвера под називом *Вежба*. На почетку квиза налази се следећа инструкција: „*Ова вежба ће послужити да научиш да решиш рачунске задатке из генетике. Примени своје знање. Прочитај добро сваки задатак, размисли и потруди се да га тачно решиш. Ако погрешно добићеш објашњење које ће ти помоћи да исправиш грешку. Желим ти успех!*”. Вежба садржи 10 задатака различитог типа. Наставник обилази ученике, ако је потребно помаже у раду, указује на пропусте, пратити реализацију, тачност и прецизност у раду.

Задаци:

1. Код човека галактоземија је рецесивна моногенска особина. Жена са галактоземијом и здрав човек чији је отац имао галактоземију ступе у брак. Које се пропорције галактоземије очекује у потомству?
 - 50%
 - 25%
 - 15%
 - 0%
2. У једном укрштању ружа у Ф₂ генерацији добијено је 150 биљака са црвеним и 50 биљака са белим цветом. Одреди генетску конституцију родитеља (паренталне генерације).
 - АА, аа
 - Аа, аа
 - Аа, Аа
3. Деснорукост је доминантно, а леворукост је рецесивно својство. Које генотипове имају родитељи ако је 25% њихове деце леворуко?
 - оба родитеља су генотипа Аа
 - један родитељски генотип је АА, а други Аа
 - један родитељски генотип је АА, а други аа
 - оба родитеља су генотипа аа
4. Висок раст (алел Т) и крупан плод грашка (алел А) су доминантне особине, а низак раст (т) и ситан плод (а) рецесивне. Колики се проценат потомака високог раста и ситног плода очекује у Ф₁ генерацији из укрштања две биљке генотипова ТТАА и ТтАа?
 - 0%
 - 10%
 - 25%
 - 30%
5. Нормалан вид код људи је одређен аутозомалним доминантним алелом А. Кратковидост је одређена рецесивним алелом а. Какви се фенотипски односи могу очекивати код деце из брака кратковиде жене и мушкараца са нормалним видом (хетерозигот)? Означи тачне одговоре!
 - 50% потомака са нормалним видом
 - 50% кратковидих потомака
 - 25% потомака са нормалним видом
 - 75% кратковидих потомака
6. Укрштањем белих (албино) замораца са тамним заморцима, добијају се хибриди интермедијалне (сиве) боје крзна. Какво потомство, (боја, бројчани однос изражен у %) се очекује уколико се спаре албино мужјак и сива женка?
 - 50% сивих и 50% албино
 - 25% сивих и 75% албино

- 50% браон и 50% сивих
- 100% сивих

7. Кестењаста боја очију код људи је детерминисана доминантним алелом К, а светла одговарајућим рецесивним к. Равна коса је детерминисана доминантним алелом Ј, а коврцава одговарајућим рецесивним алелом ј. Спој одговарајући генотип са фенотипом.

KKJJ	кестењасте очи и равна коса
Kkj	светле очи и коврцава коса
kkJj	кестењасте очи и коврцава коса
kkjj	светле очи и равна коса

8. Слух човека детерминисан је са два гена. Особе нормалног слуха имају присуство бар по једног доминантног алела оба гена (А_Б_). Из брака родитеља са нормалним слухом (хетерозиготи по оба гена) у потомству се очекују следеће пропорције деце са оштећеним слухом:

- 44%
- 50%
- 75%
- 100%

9. Наслеђивање облика плода једне врсте бундеве (*Cucurbita pepo*) детерминисан је са два гена. Присуство доминантног алела било ког гена и рецесивна хомозиготност другог гена (А-бб или ааБ-) резултује истим фенотипом, сферичним обликом плода. Два доминантна алела, сваки на једном од гена (А-Б-) интерагују и продукују фенотип у облику диска. Двоструки рецесивни хомозигот аабб даје издужени облик плода. Какво се потомство очекује при укрштању две хетерозиготне јединке дискоидалног облика плода?

- 9/16 дискоидалног облика : 6/16 сферичног облика : 1/16 издуженог облика
- 8/16 дискоидалног облика : 7/16 сферичног облика : 1/16 издуженог облика
- 3/16 дискоидалног облика : 9/16 сферичног облика : 4/16 издуженог облика
- 9/16 дискоидалног облика : 4/16 сферичног облика : 3/16 издуженог облика

10. Колико генотипова и фенотипова се очекује у Ф₂ генерацији приликом укрштања генотипова АаББ и ААБб ако се ради о особини која је детерминисана комплементарношћу два пара рецесивних алела (аа комплементарно; бб комплементарно)?

- 4 генотипа и 1 фенотип
- 4 генотипа и 4 фенотипа
- 2 генотипа и 4 фенотипа

Решење теста:

1. 50%
2. АА, аа
3. Оба родитеља су генотипа Аа
4. 0%
5. 50% потомака са нормалним видом и 50% кратковидих потомака
6. 50% сивих и 50% албино
7. KKJJ кестењасте очи и коврцава коса
Kkj кестењасте очи и равна коса
kkJj светле очи и коврцава коса
kkjj светле очи и равна коса
8. 44%

9. 9/16 дискиодалног облика : 6/16 сферичног облика : 1/16 издуженог облика
10. 4 генотипа и 1 фенотип

КОРАК 4. Оцењивање

У завршном делу часа добијају оцене ученици који су најуспешније креирали и презентовали мапу ума, као и они ученици који су успешно урадили задатке.

7.4.5. Извори генетичке варијабилности; комбиновање гена и хромозома

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Извори генетичке варијабилности; комбиновање гена и хромозома
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Систематизација и проширивање знања о хромозомској основи наслеђивања и рекомбинацијама.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација знања из области организације и механизма преношења наследног материјала. Усвајање појмова: локус, хомологи хромозоми, аутозоми, полни хромозоми, Барово тело, рекомбинације. Разумевање начина преноса полних хромозома из генерације у генерацију; комбиновања гена и хромозома. Могућност примене стеченог знања у свакодневном животу.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње, аналитичког и синтетичког закључивања. Стицање јасне слике о степену усвојености знања и способности.
в) функционални	Развијање способности анализе и синтезе знања. Могућност примене стеченог знања при решавању задатака на тесту.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог) и метода самосталног рада.
Наставни облик	Индивидуални.
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара.
Наставна и помоћна средства	Рачунар, Образовни рачунарски софтвер.
Наставни објекат	Информатички кабинет кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 10 минута – Основни део часа 25 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Prentis, S.(1991): <i>Biotehnologija</i>, Školska knjiga, Zagreb. – Косановић, В., Диклић, М.(1986): <i>Одабрана поглавља из хумане генетике</i>, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – ОРС „Механизми наслеђивања” (Одацић, 2009).

Ток часа

КОРАК 1.Решавање уводног квиза

У уводном делу часа ученици покрећу софтвер и отварају део *Уводног предавања* под називом *Хромозомска основа наслеђивања*. Индивидуално раде квиз који се састоји од 10 питања и задатака различитог типа. Питања и задаци су конципирани тако да им омогућавају обнављање претходно стеченог знања и лакше усвајање нових. Квиз је тако креиран да се сваки ученик се перманентно обавештава о успешности свог рада.

Питања и задаци:

1. Хромозоми се налазе у једру ћелије еукариота.
 - тачно
 - нетачно
2. Основна јединица молекуларне структуре хромозома је нуклеозом.
 - тачно
 - нетачно
3. Хромозоми прокариота су линеарни.
 - тачно
 - нетачно
4. У састав хроматинског материјала улазе (означи тачне одговоре):
 - ДНК
 - РНК
 - Хистони
 - Нехистонски протеини
 - Лактоза
 - Сахароза
 - Холестерол
5. У телесним ћелијама живих организама налази се:
 - хаплоидна гарнитура хромозома
 - диплоидна гарнитура хромозома
 - и диплоидна и хаплоидна гарнитура хромозома
6. Телесни хромозоми се називају:
 - полни
 - аутозоми
 - родитељски
7. У једном хромозому може се налазити један или два молекула ДНК у зависности од фазе ћелијског циклуса. Спој одговарајући број молекула ДНК у хроматиди са фазом животног циклуса ћелије.

Један молекул ДНК	Г1 фаза интерфазе
Два молекула ДНК	Г2 фаза интерфазе
8. Наведи правилан редослед фаза у интерфази животног циклуса ћелије:
 - С
 - Г2
 - Г1
9. Колико се хромозома налази у полним ћелијама човека? Изрази нумерички.
10. Човек у телесним ћелијама садржи 46 хромозома (означи тачне одговоре):

- 44 телесна хромозома
- 2 полна хромозома
- 43 телесна хромозома
- 3 полна хромозома

Очекивани одговори:

1. Тачно
2. Тачно
3. Нетачно
4. ДНК, РНК, Хистони, Нехистонски протеини
5. Диплоидна гарнитура хромозома
6. Аутозоми
7. Један молекул ДНК - Г1 фаза интерфазе, Два молекула ДНК - Г2 фаза интерфазе
8. Г1, С, Г2
9. 23
10. 44 телесна хромозома и 2 полна хромозома

КОРАК 2. Самосталан рад ученика на ОРС-у

У главном делу часа ученици отварају део софтвера са предвиђеном наставном јединицом и прелазе градиво. Градиво је изложено у малим корацима, од лакшег ка тежем, од познатог ка непознатом. Посебно смо обратили пажњу на важност визуелног, па сходно томе обилује адекватним сликама и схемама. Наставник прати рад ученика и по потреби помаже.

КОРАК 3. Утврђивање наставне јединице

По завршеној обради дела планираних садржаја ученици решавају задатке *Теста 1* који следи. *Тест 1* садржи 5 питања и задатака различитог типа и омогућава ученицима да провере да ли су и како савладали ново градиво. Следи други део градива наставне јединице који се односи на рекомбинације, а након тога *Тест 2*. Након *Теста 2* следи дискусија о решењима задатака.

Питања и задаци Теста 1:

1. Кариотип је:
 - Део хромозома
 - Врста промене хромозома у ћелијском једру
 - Тип хромозома
 - Скуп хромозома у ћелији
2. X везане особине се увек преносе:
 - Са мајке на мушко потомство
 - Са оца на сина (по мушкој линији)
 - Са тетке на сестричину
3. При укрштању мужјака воћне мушице са црвеним и женке са белим очима у Ф1 генерацији мужјаци ће имати:
 - Црвене очи
 - Беле очи
 - 50% црвене и 50% беле очи
4. Y хромозом има следеће особине:

- Припада по величини Ф групи и субметацентричан је.
 - Припада по величини Д групи и метацентричан је.
 - Припада по величини Е групи и субметацентричан је.
 - Припада по величини Г групи и акроцентричан је.
5. Отац са рецесивним алелом за далтонизам пренеће то својство:
- Кћерима
 - Синовима
 - И кћерима и синовима

Решење Теста 1:

1. Скуп хромозома у ћелији
2. Са мајке на мушко потомство
3. Беле очи
4. Припада по величини Г групи и акроцентричан је.
5. Кћерима

Питања и задаци Теста 2:

1. Рекомбинације представљају:
 - Размену делова наспрамно постављених хомологих хромозома.
 - Размену делова наспрамно постављених нехомологих хромозома.
 - Недостатак дела хромозома
 - Копирање дела ромозома
2. Кросинг – овер доводи до:
 - Раздвајања везаних гена.
 - Одиграва се током профазе мејозе један.
 - Ствара нове комбинације гена унутар хромозома.
 - Сви одговори су тачни.
3. Приликом рекомбинација да ли долази до промене места гена на хромозому?
 - Да, гени мењају место.
 - Не, само се алели рекомбинују.
4. Што је већа удаљеност између два гена на хромозому, то је вероватноћа рекомбинација:
 - Већа
 - Мања
 - Вероватноћа да ће гени ступити у рекомбинацију не зависи од њихове удаљености.
5. Везани гени се могу раздвојити:
 - Повратним укрштањем
 - Дихибридним укрштањем
 - Рекомбинацијама
6. Ако се при укрштању хетерозиготне јединке и рецесивног хомозигота за три везана гена у потомству осим родитељских појаве и нове особине, то значи:
 - Да је у гаметогенези дошло до кросинг-овера.
 - Да у гаметогенези није дошло до кросинг-овера.
 - Да су гени за ове три особине јако близу.

Решење Теста 2:

1. Размену делова наспрамно постављених хомологих хромозома.
2. Сви одговори су тачни.

3. Не, само се алели рекомбинују.
4. Већа
5. Рекомбинацијама
6. Да је у гаметогенези дошло до кросинг-овера

**7.4.6. Мутације – хромозомске аберације
(Промене генетичког материјала; Механизми поправке оштећења ДНК;
Утицај средине на изазивање наследних промена; Јонизујућа зрачења
као изазивачи наследних промена.)**

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Мутације – хромозомске аберације) (Промене генетичког материјала; Механизми поправке оштећења ДНК; Утицај средине на изазивање наследних промена; Јонизујућа зрачења као изазивачи наследних промена.)
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Стицање основних знања о променама наследног материјала и факторима који узрокују те промене.
Задаци часа	
а) образовни	Стицање нових знања о променама наследног материјала. Усвајање појмова: мутације, генске мутације, тачкасте мутације, бесмислене мутације, хромозомске аберације, дупликације, делеције, транслокације, инверзије, полиплоидија, анеуплоидија. Разумевање значаја мутација и хромозомских промена. Оспособљавање ученика за примену нових знања.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње, аналитичког и логичког закључивања. Стицање јасне слике о дубини и степену усвојеног знања. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика и узрочно-последичних веза. Развијање способности селекције и организовања информација, структурирања садржаја.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), метода писане речи и демонстративно – илустративна метода.
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара
Наставна и помоћна средства	Рачунар, Образовни рачунарски софтвер
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута

- Литература за наставника**
- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.
 - Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): *Генетика*, Научна књига, Београд.
- Литература за ученике**
- Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” Одацић, (2009).

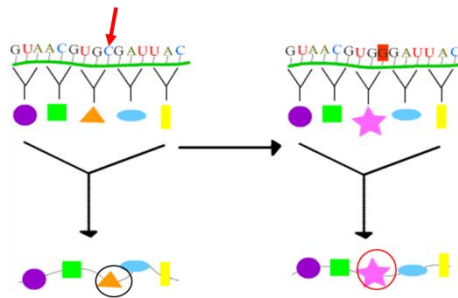
Ток часа:

КОРАК 1. Решавање уводног квиза

У уводном делу часа истаћи циљ часа па саопштити ученицима да отворе део под називом *Уводно предавање*, а потом квиз број 7. *Мутације*. Квиз садржи 8 питања различитог типа и служи као увод у ново градиво. Ученици индивидуално раде квиз, наставник прати њихов рад и контролише резултате рада.

Питања и задаци квиза *Мутације*:

1. Мутације настају услед:
 - грешке у транскрипцији
 - грешке у репликацији
 - грешке у транслацији
2. Који од наведених фактора могу да доведу до појаве мутација? Означи тачне одговоре.
 - хемикалије
 - ултраљубичасто зрачење
 - јонизујуће зрачење
 - антибиотици
 - вируси
3. Мутације су увек штетне.
 - тачно
 - нетачно
4. Мутиране ћелије се разликују од нормалних ћелија.
 - тачно
 - нетачно
5. Као резултат промене у структури генетичког материјала долази до појаве (означи тачне одговоре):
 - прелома бутне кости
 - анемије српастих ћелија
 - деформитета скелета
6. На слици је приказана једна врста мутација. Добро погледај слику па одговори колико је нуклеотида погрешно замењено.



- ниједан нуклеотид
- један нуклеотид
- два нуклеотида
- три нуклеотида

Очекивани одговори:

1. Грешке у репликацији
2. Хемикалије, ултраљубичасто зрачење, јонизујуће зрачење, антибиотици, вируси
3. Нетачно
4. Тачно
5. Анемије српастих ћелија, Деформитета скелета
6. Један нуклеотид

КОРАК 2. Самосталан рад ученика на ОРС-у

У главном делу часа ученици отварају део софтвера под називом *Мутације*. Наставник даје инструкцију за рад: „Полако прелазите градиво. Обратите посебну пажњу на нове појмове и дефиниције. Детаљно анализирајте слике, схеме и фотографије. Након првог дела следи тест који би било пожељно да урадите. Други део градива се односи на хромозомске промене. Пажљиво прођите кроз градиво, анализирајући промене у грађи и броју хромозома. Покушајте да издвојите кључне делове, разликујете битно и мање битно и запамтите суштину.” Након тога ученици самостално раде. Наставник контролише рад ученика и помаже по потреби. Градиво је подељено на два дела. Први део градива обрађује мутације, а други промене у броју и структури хромозома. Након оба дела градива следи тест, који је пожељно урадити али није обавезујући за ученике. С обзиром на обим градива и претходна знања, при обради ове наставне јединице мора се обрадити посебна пажња на темпо рада ученика и пружити помоћ онима који заостају у раду.

Питања и задаци *Теста 1. Мутације*:

1. Мутације које узрокују смрт јединке називају се:
 - Леталне
 - Условно леталне
 - Сублеталне
2. Која ће се од наведених мутација пренети на следећу генерацију?
 - Мутација у ћелији епитела.
 - Мутација у поларном телу.
 - Мутација у сперматогонији.
 - Ниједна од наведених мутација.
 - Све наведене мутације.
3. У сублеталне мутације могу се убројати мутације које изазивају:

- Хемофилију
- Ахондроплазију
- Полидактилију
- 4. Већина ензимопатија спада у поремећаје узроковане:
 - Рецесивним мутацијама на аутозомима.
 - Доминантним мутацијама на аутозомима.
 - Рецесивним или доминантним мутацијама на аутозомима.
 - Доминантним мутацијама на Х хромозому.
- 5. Очни катаракт је узрокован доминантном мутацијом на аутозому. Да ли родитељи са очним катарактом могу у потомству имати децу без овог поремећаја?
 - Могу ако су доминантни хомозиготи.
 - Могу ако су хетерозиготи.
 - Могу ако су рецесивни хомозиготи.
 - Не могу имати здраво потомство.
- 6. Анемија српастих ћелија је узрокована:
 - Тачкастом мутацијом
 - Бесмисленом мутацијом
 - Тихом мутацијом
 - Мутацијом полигена

Решење теста:

1. Леталне
2. Мутација у сперматогонији
3. Хемофилију
4. Рецесивним мутацијама на аутозомима
5. Могу ако су хетерозиготи
6. Тачкастом мутацијом

Питања и задаци *Теста 2. Хромозомске промене:*

1. Делеције настају услед:
 - Удвајања дела хромозома
 - Губљења дела хромозома
 - Погрешног спаривања хромозома
2. Појава једног хомозома вишка или мањка назива се:
 - Анеуплоидија
 - Полиплоидија
 - Рекомбинација
3. Јонизујуће зрачење спада у:
 - Физичке мутагене
 - Хемијске мутагене
 - Биолошке мутагене
4. Монозомије подразумевају недостатак:
 - Једног хаплоидног сета хромозома
 - Једног хромозома од пара хомологих хромозома
 - Једног пара хомологих хромозома
 - Ниједна тврдња није тачна
5. Полиплоиди представљају организме који у својим телесним ћелијама садрже:

- Две или више гарнитура хомологих хромозома
 - Вишак појединачних хромозома
 - Хаплоидан број хромозома
6. Инверзије представљају:
- Размену делова хомологих хромозома
 - Размену делова нехомологих хромозома
 - Промене редоследа гена на хромозому
7. Означи нетачну реченицу:
- Малигне ћелије се неконтролисано деле.
 - Морфологија малигне ћелије је измењена у односу на нормалну ћелију.
 - Предиспозиција за малигне болести се наслеђује.
 - Малигне ћелије имају строго дефинисану дужину живота и број ћелијских деоба.

Решење теста:

1. Губљења дела хромозома
2. Анеуплоидија
3. Физичке мутагене
4. Једног хромозома од пара хомологих хромозома
5. Две или више гарнитура хомологих хромозома
6. Промене редоследа гена на хромозому
7. Малигне ћелије имају строго дефинисану дужину живота и број ћелијских деоба.

КОРАК 3. Утврђивање градива наставне јединице Мутације

У завршном делу часа ученици раде тест. Тест садржи 16 питања и задатака различитог типа. Након завршеног теста анализирају се тачни и нетачни одговори и наставник објашњава нејасне задатке.

Питања и задаци:

1. На слици су два хромозома. Горњи црвено обојени је нормални хромозом, а доњи је хромозом на ком је дошло до



- парацентричне инверзије
 - перицентричне инверзије
 - дупликације
 - делеције
2. Винска мушица садржи 8 хромозома ($2n=8$). Претпоставимо да се десила једна тризомија и једна монозомија. Колико сада хромозома мушица садржи?
- 6
 - 8
 - 10

– 11

3. У профазе мејозе дошло је до размене гена међу нехомологим хромозомима. Таква размена се назива:

- рекомбинација
- транслокација
- трансдукција

4. Мазга је полиплоидни организам.

- тачно
- нетачно

5. Код биљака полиплоидија је честа појава.

- тачно
- нетачно

6. Организам са четири сета хромозома назива се:

- тетраплоид
- тетразомик
- тетрадни

7. Означи које од наведених супстанци могу бити хемијски мутагени.

- антибиотици
- течност за прање судова
- кафа
- хербициди

8. Ултразубичасти зраци могу да узрокују:

- повезивање наспрамних база у молекулу ДНК
- повезивање суседних база у молекулу ДНК
- повезивање комплементарних база у молекулу ДНК

9. Јонизујућа зрачења могу да изазову тачкасте мутације.

- тачно
- нетачно

10. Многе мутагене супстанце су и канцерогене.

- тачно
- нетачно

11. Мутације протоонкогена активирају гене и они постају:

- онкоалели
- онкогени
- тумор супресори

12. Вируси су снажни биолошки мутагени.

- тачно
- нетачно

13. Уколико се на хромозому уочава мањак генетичког материјала значи да је дошло до:

- делеције
- дупликације
- инверзије

14. Приликом инверзија долази до промене у количини генетичког материјала.

- тачно
- нетачно

15. Ако један од родитеља има Хантингтонову болест, вероватноћа да ће деца наследити то обољење износи:

- 50%
- 75%
- 85%
- 95%

16. Тихе мутације су фенотипски уочљиве.

- тачно
- нетачно

Решење теста:

1. *Перицентричне инверзије*
2. *8*
3. *Транслокација*
4. *Тачно*
5. *Тачно*
6. *Тетраплоид*
7. *Антибиотици, течност за прање судова, кафа, хербициди*
8. *Повезивање суседних база у молекулу ДНК*
9. *Тачно*
10. *Тачно*
11. *Онкогени*
12. *Тачно*
13. *Делеције*
14. *Нетачно*
15. *50%*
16. *Нетачно*

7.4.7. Провера знања

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Тип часа	Провера знања
Циљ часа	Утврђивање и систематизација знања из наставних јединица: хромозомска основа наслеђивања, рекомбинације, мутације и хромозомске аберације. Разумевање основних појмова из наведених области. Провера оспособљености ученика за примену стечених знања.
Задаци часа	
а) образовни	Понављање и систематизација стечених знања.
б) васпитни	Подстицање ученика на размишљање о значају организације и механизма преношења наследног материјала, рекомбинацијама и мутацијама.
в) функционални	Развијање способности анализе и синтезе знања. Развијање способности примене знања у новим ситуацијама.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода писане речи (рад на тексту, задаци)
Наставни облик	Индивидуални
Наставна и помоћна средства	Контролни листићи

7. По ком типу наслеђивања се наслеђују следеће карактеристике?

Албинизам -

Патуљаст раст -

Хемофилија -

Интелигенција -

8. Тај – Сахов синдром настаје као резултат _____. Овај синдром представља поремећај у метаболизму _____.

	15
--	----

9. Објасни шта су транслокације?

	5
--	---

10. Наведи називе пет хемијских мутагена: _____,

_____, _____, _____, _____.

	5
--	---

11. У чему се састоји корисна употреба јонизујућих зрачења?

	5
--	---

12. Шта је галактоземија?

	5
--	---

13. Једна врста анемије код људи (таласемија), детерминисана је алелом Т. Хомозигот ТТ проузрокује врло јак облик анемије (т. мајор), док је код хетерозиготних носилаца анемија изражена у блажем облику (т. минор). Нормалне особе имају генотип тт. Особе које болују од т. мајор умиру пре наступања полне зрелости. Какви се фенотипски односи могу очекивати код деце из брака жене оболеле од т-минор и мушкарца без анемије.

	10
--	----

II група

Име и презиме _____

1. Појава комплетних сетова хромозома у вишку назива се _____
Организам са 4 сета хромозома назива се _____ организам.
2. Леталне мутације доводе до _____ Најпознатија летална мутација је _____.

3. Хаплоидна гарнитура хромозома се налази у _____ хелијама.
4. Герминативне мутације се одражавају на _____
5. Које врсте комбинативних промена су важан извор варијабилности организма? _____
6. Мутација која захвата једну или неколико база у молекулу ДНК назива се _____ мутација. Најпознатија мутација тог типа је _____.
7. По ком типу наслеђивања се наслеђују следеће карактеристике?
 Галактоземија -
 Дијабетес -
 Крвне групе -
 Наследна ћелавост -
8. Хантингтонова болест настаје услед _____ мутације аутозома. Вероватноћа преноса Хантингтонове болести је _____%.
- 15
9. Објасни шта су инверзије?

- 5
10. У физичке мутагене факторе спадају: _____
 У којој фази хелијског циклуса су хелије најосетљивије на њихово дејство?
 _____.
- 4
11. Снимање зуба води озрачењу човека од око 1-2 mGy, а снимање плућа или стомака озрачењу од 2-10 mGy. Да ли су ово тако мале дозе озрачења да се њихов утицај на наше здравље може занемарити?

- 6
12. Шта је хистидинемија?

- 5
13. Младачка амауротска идиотија (Sachs-ova болест) је рецесивно наследно оболење одређено генима „I” и „J”, те долази до ране смрти у случају хомозиготног статуса гена „ii” (до шесте године живота), односно „jj” (до пубертета). Доминантни статуси на поменутих локусима тј. „I” и „J” одређују нормалне индивидуе. Уколико у брак ступе две особе истог генотипа „IiJj” одредити: Који део укупног могућег потомства неће доживети пунолетство?
- 10

БОДОВИ	ОЦЕНА
0 - 18	Недовољан (1)
19 - 26	Довољан (2)
27 - 34	Добар (3)

35 - 42	Врло добар (4)
43 - 50	Одличан (5)

Стимулативни бодови (1 - 3) _____

Освојено бодова _____

Оцена _____

Решење

I група решење теста:

1. анеуплоидија
2. телесним
3. телесне ћелије
4. мајке
5. размену делова несестринских хроматида хомологих хромозома.
бактерија и бисексуалних организама
6. смањења адаптивне способности
хемофилија
7. аутозомно - рецесивно
аутозомно - доминантно
X везано наслеђивање
полигено наслеђивање
8. мутације
липида
9. Транслокације су структурне промене хромозома. Представљају размену генетичког материјала између нехомологих хромозома.
10. кофеин, цикламат, формалдехид, азотна киселина, иперит (могу се узети у обзир и други тачни одговори)
11. Јонизујуће зрачење може имати корисну употребу у медицини да се заустави неконтролисани раст туморских ћелија у одређеним деловима оболелог организма.
12. Галактоземија је врста ензимопатије изазвана рецесивном мутацијом.
13. 50% оболелих од T минор и 50% здравог потомства фенотипски однос 1:1

II група решење теста:

1. полиплоидија
тетраплоидни
2. генетичке смрти
Тај - Сахов синдром
3. полним
4. полне ћелије (гамети)
5. рекомбинације
6. тачкаста / анемија српастих ћелија
7. аутозомно - рецесивно
мултифакторски
кододоминантно
Y - везано наслеђивање
8. доминантне, 50
9. инверзије су врста структурних промена хромозома. Представљају промене у редоследу гена, без промене у количини генетичког материјала.
10. ултравиолетно, X и гама зрачење / у деоби

11. Утицај чак и малих доза јонизујућег зрачења се не може замератити јер има кумулативан ефекат.
 12. Хистидинемија је врста ензимопатије изазвана рецесивном мутацијом.
 13. 7/16 или око 44%.

7.4.8. Генетичка структура популација.

Динамика одржавања генетичке полиморфности популације.

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Генетичка структура популација. Динамика одржавања генетичке полиморфности популације
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Стицање основних знања из домена популационе генетике. Усвајање основних појмова популационе генетике.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација и проширивање знања о популацијама и генетичким законитостима у њима. Усвајање појмова: генетичка варијабилност, генетичка структура, генски фонд, генетичка равнотежа. Оспособљавање ученика за примену новостечених знања у пракси.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње и свести, логичког, индуктивног и дедуктивног закључивања. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика и узрочно-последичних веза. Развијање способности селекције и организовања информација, структурирања садржаја.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), метода писане речи и демонстративно – илустративна метода.
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара
Наставна и помоћна средства	Рачунар, Образовни рачунарски софтвер
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Артикулација часа	– Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	– Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В.(1991): <i>Генетика</i> , Научна књига, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i> , Завод за уџбенике, Београд.
Литература за ученике	– Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” Одацић, (2009).

Ток часа:**КОРАК 1. Истицање циља часа и решавање уводног квиза**

У уводном делу наставног часа наставник истиче циљ часа. Након тога даје инструкцију ученицима да отворе део *Уводно предавање* и потом део под називом *Популациона генетика*. Квиз из популационе генетике садржи 6 питања различитог типа и служи за обнављање претходно стеченог знања које је неопходно за разумевање и усвајање новог градива. Ученици индивидуално раде квиз. Као и на претходним наставним часовима квиз је тако конципиран да перманентно обавештава ученике о успешности рада, за сваки нетачан одговор ученици добијају повратну информацију и додатно објашњење. По завршетку квиза ученик добија информацију о резултатима свог рада и број бодова освојених на квизу.

Питања и задаци:

1. Популација је група јединки исте врсте.
 - тачно
 - нетачно
2. Сваку популацију карактеришу (означи тачне одговоре):
 - бројност
 - густина
 - узрасна структура
 - полна структура
 - раст
3. Све јединке у једној популацији су међусобно различите по бројним карактеристикама.
 - тачно
 - нетачно
4. Популациона генетика проучава:
 - Популациона генетика проучава како се наследне особине преносе кроз генерације.
 - Популациона генетика проучава механизме молекуларне експресије гена.
 - Популациона генетика проучава генетички састав популација и чиниоце који тај састав мењају у простору и времену.
5. Доминантне особине су најучесталије у популацијама.
 - тачно
 - нетачно
6. У једној популацији од 100 јединки, 10 јединки је емигрирало, а пришло је 20 имиграната. Да ли је та популација у равнотежи што се бројности тиче?
 - јесте, миграције не ремете бројност
 - није, број јединки је у порасту

Очекивани одговори:

1. Тачно
2. Бројност, густина, узрастна структура, полна структура, раст
3. Тачно
4. Популациона генетика проучава генетички састав популација и чиниоце који тај састав мењају у простору и времену.
5. Нетачно
6. Није, број јединки је у порасту

КОРАК 2. Самосталан рад ученика на ОРС-у

У главном делу часа приступа се обради нове наставне јединице *Популациона генетика*. Ученици се линкују на део под поменутиим називом те у складу са сопственим могућностима и способностима, темпом који им одговара савлађују градиво. Наставник контролише рад ученика и по потреби помаже у отклањању техничких проблема.

КОРАК 3. Утврђивање градива наставне јединице *Популациона генетика*

У завршном делу часа ученици раде завршни тест који садржи питања и задатке из обрађене наставне јединице. По завршетку теста наставник и ученици воде дискусију о резултатима рада и разјашњавају нејасне задатке.

Питања и задаци:

- У популацији која је у равнотежи учесталости геноипова једног двоалелног гена су: 0,64 (AA), 0,32 (Aa) и 0,04 (aa). Учесталости доминантног и рецесивног алела у тој популацији износе:
 - $p=0,3$ $q=0,7$
 - $p=0,8$ $q=0,2$
 - $p=0$ $q=0,2$
 - $p=1$ $q=0$
- Ако је у популацији учесталост особа оболелих од галактоземије 25% онда је учесталост доминантног алела:
 - 25%
 - 50%
 - 75%
 - 80%
- Уколико је фреквенција рецесивног алела 60% у популацији која је у равнотежи, тада је највећа учесталост:
 - Доминантних хомозигота
 - Рецесивних хомозигота
 - Хетерозигота
 - Једнака је учесталост рецесивних и доминантних хомозигота
- У популацији од 100 људи учесталост доминантног алела је 60%. Укупан број особа са доминантном особином је:
 - 36
 - 64
 - 84
 - 90
- Фактори који ремеће генетичку равнотежу популација су:
 - Миграције
 - Природна селекција
 - Мутације
 - Инбридинг
 - Сви одговори су тачни

Решење теста:

- $p=0,8$ $q=0,2$

2. 50%
3. Хетерозигота
4. 84
5. Сви одговори су тачни

7.4.9. Вештачка селекција и оплемењивање биљака и животиња

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Вештачка селекција и оплемењивање биљака и животиња
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Систематизација и проширивање знања о селекцији организама.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација и проширивање знања о методама и примени вештачког одабирања.
б) васпитни	Развијање логичког закључивања.
в) функционални	Оспособљавање ученика за селекцију информација. Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика. Развијање могућности примене знања у свакодневном животу.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), демонстративно - илустративна метода.
Наставни облик	Фронтални, Индивидуални
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара
Наставна и помоћна средства	Рачунар, Образовни рачунарски софтвер.
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В.(1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд. – Маринковић, Д., Савић, А. (1986): <i>Биологија са практикумом</i>, Научна књига, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” Одацић, (2009). – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа

КОРАК 1 Понављање градива и решавање уводног квиза

У уводном делу часа поразговарати са ученицима о угроженим и исчезлим врстама живих организама. Скренути ученицима пажњу на значај очувања генетичке разноврстности живих бића. Затим замолити ученике да отворе део софтвера *Уводно предавање*, део под називом *Вештачка селекција*. У овом делу налази се квиз који садржи 8 питања различитог типа. Радом квиза ученици ће бити у могућности да обнове претходно стечена знања из области која се проучава, што је неопходно за боље разумевање новог градива.

Питања:

1. Постоје два типа селекције (одабирања):
 - молекуларна
 - природна
 - вештачка
 - популациона
2. Човек користи вештачку селекцију ради:
 - добијања сорти биљака и животиња са наследним особинама
 - добијања сорти биљака и животиња са нежељеним особинама
 - добијања сорти биљака и животиња са жељеним особинама
3. Које од наведених биљака су продукт вештачког одабирања? Означи тачне одговоре.
 - келъ
 - винова лоза
 - купус
 - карфиол
4. Генетички модификовани организми су углавном штетни за човекову исхрану.
 - тачно
 - нетачно
5. Култивисане биљне врсте данас не би могле да опстану у природи без посредства човека.
 - тачно
 - нетачно
6. Огроман број биљних и животињских врста је угрожено антропогеним фактором.
 - тачно
 - нетачно
7. Означи три критично угрожене биљне врсте у Србији.
 - Амброзија
 - Банатски божур
 - Саса
 - Гороцвет
 - Јагорчевина
8. У Србији нема генетски модификоване хране.
 - тачно
 - нетачно

Очекивани одговори:

1. Природна, Вештачка
2. Добијања сорти биљака и животиња са жељеним особинама
3. Келъ, Винова лоза, Купус, Карфиол
4. Тачно
5. Тачно

6. Тачно
7. Банатски божур, Саса, Гороцвет
8. Нетачно

КОРАК 2. Самосталан рад ученика на ОРС-у

У главном делу наставног часа ученици отварају наставну јединицу под називом *Вештачка селекција*. Градиво је презентовано са мноштвом слика и примера метода и техника које се користе при вештачкој селекцији. Нарочито је наглашен део градива који се односи на генетски модификоване организме. На крају постоји део о конзервационој генетици и значају очувања постојећих биљних и животињских врста. Ученици индивидуално савлађују градиво, а наставник прати њихов рад и помаже по потреби.

КОРАК 3. Утврђивање градива наставне јединице *Вештачка селекција и оплемењивање*

У завршном делу часа ученици раде *Тест* који садржи питања и задатке из обрађеног градива.

Питања и задаци:

1. Вештачком селекцијом човек побољшава квалитет гајених биљака.
 - Да
 - Не
2. Означи тачну реченицу:
 - Вештачка селекција не мења генетички састав популација.
 - Вештачка селекција мења генетички састав популација.
 - Вештачка селекција доводи до повећања стопе хомозиготности за локусе који су под дејством селекције.
3. Укрштање генетички различитих линија назива се:
 - Мутација
 - Епигенеза
 - Рекомбинација
 - Хибридизација
4. Технологија рекомбинантне ДНК:
 - Омогућава настанак ендемичних врста.
 - Омогућава нове и брже генетичке промене код гајених врста, убацивањем одређених гена у њихов геном.
 - Омогућава генетичку униформност.
5. Генетска модификација подразумева:
 - Сваку промену у геному.
 - Укрштање животиња.
 - Спајање различитих организама.
6. Одржавањем генетичке варијабилности различитих врста бави се:
 - Молекуларна генетика
 - Конзервациона генетика
 - Цитогенетика
7. Смањење генетичке варијабилности доводи до:
 - Испољавања штетних рецесивних мутација.

- Изумирања врста.
- Појаве угрожених врста.
- Сви одговори су тачни.

Решење теста:

1. Да
2. Вештачка селекција мења генетички састав популација
3. Хибридизација
4. Омогућава нове и брже генетичке промене код гајених врста, убацивањем одређених гена у њихов геном.
5. Сваку промену у геному
6. Конзервациона генетика
7. Сви одговори су тачни

КОРАК 4. Домаћи задатак

Наставник дели ученике у 5 хетерогених група и свакој групи задаје домаћи задатак. Прва група има задатак да спреми реферат о генетски модификованим организмима, друга група о угроженим врстама биљака у Србији, трећа група о угроженим животињским врстама Србије, четврта група о генетски модификованој храни која је у употреби, а пета група о биљним и животињским врстама које су резултат хибридизације.

7.4.10. Генетичка контрола развића

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Генетичка контрола развића
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Систематизација и проширивање знања о развићу организама.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација и проширивање знања о процесу развића живих бића.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње, повезивања новог са стеченим знањем.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог).
Наставни облик	Фронтални, Индивидуални
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара
Наставна и помоћна средства	Рачунар, Образовни софтвер
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за	– Ћурчић, Б. (1985): <i>Развиће животиња</i> , Научна књига,

наставника	Београд – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i> , Завод за уџбенике, Београд.
Литература за ученике	– Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” Одацић, (2009).

Ток часа

КОРАК 1. Презентација домаћих задатака и решавање уводног квиза

У уводном делу часа ученици презентују домаће задатке. Из сваке групе по један ученик презентује рад. Након тога следи дискусија. Будући да је нова наставна јединица Генетичка контрола развића делимично позната ученицима из претходно савладане теме Биологија развића животиња ученици се упућују да ураде квиз кроз који ће проверити претходно стечено знање. Успешност урађеног се награђује поенима као и одговарајућим коментарима које је наставник осмислио у радној верзији квиза. Време дозвољено за рад на квизу се може и ограничити и наставник на тај начин утиче на временску организацију рада на часу. Уводни квиз садржи 10 питања и задатака различитог типа. Успешно урађен квиз је предуслов за приступ обради новог градива.

Питања и задаци:

- Када сперматозоид оплоди јајну ћелију настаје зигот.
 - тачно
 - нетачно
- Зигот садржи:
 - хаплоидну гарнитуру хромозома
 - диплоидну гарнитуру хромозома
 - триплоидну гарнитуру хромозома
- Поређај одговарајућим редоследом стадијуме у развићу.
 - настанак екстраембионалних структура
 - гастрела
 - настанак основних осовинских органа
 - зигот
 - бластула
- Почетну генетичку информацију на потомство преноси:
 - отац
 - мајка
 - оба родитеља
- Бластула настаје услед:
 - интензивних митотичких деоба
 - интензивних мејотичких деоба
 - интензивних амитотичких деоба
 - интензивних деоба по принципу случајности
- Гастрела садржи три слоја (клицина листа). Означи тачне одговоре.
 - егзодерм
 - ектодерм
 - мезодерм
 - ендодерм

- мезоглеју
 - паренхим
7. Од ектодерма гастрoule настаје:
- нервни систем
 - цревни систем
 - полни систем
8. Процесом диференцијације настају различити типови ћелија у организму.
- тачно
 - нетачно
9. Клонирање може да се користи у медицини.
- тачно
 - нетачно
10. Први клонирани организам је био човек.
- тачно
 - нетачно

Очекивани одговори:

1. Тачно
2. Диплоидну гарнитуру хромозома
3. Зигот, бластула, гастрouла, настанак основних осовинских органа, настанак екстраембионалних структура
4. Мајка
5. Интензивних митотичких деоба
6. Ектодерм. Мезодерм, Ендодерм
7. Нервни систем
8. Тачно
9. Тачно
10. Нетачно

КОРАК 2. Самосталан рад ученика на ОРС-у

У главном делу часа након решавања квиза и усмене анализе урађеног наставник саопштава ученицима да ће на овом часом научити нешто ново из развића организама и клонирања истих. Наставник упућује ученике да отворе део софтвера под називом *Генетичка контрола развића* и да самостално пређу градиво. Градиво је изложено у малим корацима, од једноставнијег ка сложенијем. Посебно су наглашени нови појмови и дефиниције. Дата је схема технике клонирања организама, па је стога ученицима потребно нагласити да пажљиво проуче слике и схеме у овој наставној јединици. Ученици раде индивидуално у складу са сопственим могућностима и способностима, а наставник прати њихов рад.

КОРАК 3. Утврђивање градива наставне јединице Генетичка контрола развића

У завршном делу часа ученици се упућују да ураде *Тест* који садржи 5 питања, а односи се на пређено градиво. Ученици индивидуално раде тест. Након следи усмена анализа урађеног теста и по потреби објашњавање нејасног.

Питања и задаци:

1. Означи нетачну реченицу:

- Клонирање је изум човека.
 - Клон је генетички истоветна копија јединке, ћелије или гена.
 - Оплођена јајна ћелија има способност да да све типове ћелија.
 - Геном садржи програм развића, упутства који ће гени бити активни у одређеним ћелијама и када.
2. Епигенеза је појам који означава:
- Развиће које код бактерија омогућава диференцијацију.
 - Развиће вируса.
 - Програм развића зацртан у генетичкој структури зигота који се остварује током животног циклуса.
3. У првим фазама развића зигот и бластомере користе:
- Информациону РНК јајне ћелије.
 - Информациону РНК сперматозоида.
 - Сопствену информациону РНК.
4. Први сисар добијен техником трансгеног клонирања је:
- Пас Доли
 - Мачка Доли
 - Јагње Доли
5. У процесу клонирања из којих ћелија донора наследног материјала се изолује једро?
- Телесних ћелија
 - Полних ћелија
 - Телесних и полних ћелија

Решење теста:

1. Клонирање је изум човека
2. Програм развића зацртан у генетичкој структури зигота који се остварује током животног циклуса.
3. Информациону РНК јајане ћелије
4. Јагње Доли
5. Телесних ћелија

7.4.11. Утврђивање градива

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставне јединице	Популациона генетика, вештачка селекција и оплемењивање биљака и животиња, генетичка контрола развића.
Тип часа	Утврђивање градива
Циљ часа	Систематизација и утврђивање градива.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација и проширивање знања из наведених наставних јединица.
б) васпитни	Развијање логичког закључивања, анализе и синтезе знања.
в) функционални	Развијање способности сналажења у новим ситуацијама.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог).
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.

Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара
Наставна и помоћна средства	Рачунар, Образовни софтвер.
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 35 минута – Завршни део часа 5 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд. – Маринковић, Д., Савић, А. (1986): <i>Биологија са практикумом</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” Одацић, (2009). – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа

КОРАК 1. Истицање циља часа и давање инструкције за рад

У уводном делу часа наставник ученицима даје инструкцију да следи утврђивање градива. Ученици отварају део софтвера под називом *Утврђивање (популационе генетике, вештачке селекције и генетичке контроле развића)* и да почну са радом.

КОРАК 2. Израда теста

У главном делу часа ученици раде задатке. Време рада је лимитирано на 35 минута. Наставник прати њихов рад.

Питања и задаци:

1. Популациона генетика проучава:
 - генетички дрифт
 - генетичку варијабилност у популацијама
 - еволуцију популација
2. Појава различитих генетичких варијанти у популацијама назива се _____
3. Под појмом генетичка структура популација подразумева се:
 - учесталост истих генетичких варијанти у популацији
 - учесталост различитих генетичких варијанти у популацији
 - учесталост хомозигота у популацији
 - учесталост хетерозигота у популацији

4. Учесталост свих гена, свих јединки неке популације чини њену генетичку структуру.
 - тачно
 - нетачно
5. Популација је у равнотежи када учесталости алела и генотипова кроз генерације остају непромењене.
 - тачно
 - нетачно
6. Који од наведених фактора ремете генетичку равнотежу популација?
 - велика бројност популације
 - емиграције
 - мутације
 - укрштање у сродству
 - укрштање по принципу случајности
7. Ако у епрувету ставимо ДНК миша, и-РНК зеца, рибозоме сунђера и т-РНК човека и све то ставимо у оптималне експерименталне услове за транслацију добићемо протеине:
 - миша
 - зеца
 - сунђера
 - човека
8. Највећи допринос генетичким варијацијама унутар популације дешава се у току:
 - мејозе
 - митозе
 - вештачке селекције
9. Процес добијања генетички идентичних копија назива се _____.
10. У природи клонирање се среће код (означи тачне одговоре):
 - перунике
 - кромпира
 - јагоде
 - шаргарепе
11. Очувањем генетичке варијабилности врста бави се:
 - вештачка селекција
 - популациона генетика
 - конзервациона генетика
12. Које од наведених животињских врста су угрожене (означи тачне одговоре):
 - домаћа мачка
 - панда
 - коала
 - бенгалски тигар
 - афрички слон
 - пас
 - видра
13. Под епигенетским развићем подразумевамо:
 - дејство истих гена у процесу развића
 - смену генских продуката у процесу развића
 - смену генотипова у процесу развића
14. У једној популацији учесталост алела који детерминише очни катаракт је 10%. Колика је учесталост здравих особа?

- 75%
- 81%
- 99%
- 100%

15. У случајно одабраној популацији мајмуна 640 има длаку црне боје, док их је 360 браон. Црна боја длаке је доминантна у односу на браон боју. Учесталост рецесивног алела у овој популацији је:

- 0,6
- 0,36
- 0,64
- 0,88

16. У популацији једног места која је у равнотежи, 25% људи је оболело од хистидинемиије (ензимопатије). Одреди учесталост здравих особа.

- 25%
- 50%
- 75%
- 100%

17. У популацији, која је у равнотежи, од 100 особа 5 особа је болесно и то су рецесивни хомозиготи. Колико има хетерозигота у тој популацији?

- 34
- 44
- 54
- 64

Решење теста:

1. Генетичку варијабилност у популацијама
2. Генетичка варијабилност
3. Учесталост различитих генетичких варијанти у популацији
4. Нетачно
5. Тачно
6. Мутације, емиграције, укрштање у сродству
7. Зеца
8. Мејозе
9. Клонирање
10. Перунике, кромпира, јагоде
11. Конзервациона генетика
12. Панда, Афрички слон, Бенгалски тигар, Видра
13. Смену генских продуката у процесу развића
14. 81%
15. 0,6
16. 75%
17. 34

КОРАК 3. Оцењивање

По завршетку рада теста наставник контролише резултате рада и оцењује ученике.

7.4.12./13. Наследност и варирање особина код људи.

Наследне болести.

Генетичка условљеност човековог понашања.

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставне јединице	Наследност и варирање особина код људи. Наследне болести. Генетичка условљеност човековог понашања. Генетика човека
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Систематизација и проширивање знања из хумане генетике.
Задаци часа	
а) образовни	Проширивање постојећег и стицање новог знања о типовима наслеђивања особина код човека, конструисању родословног стабла, обрасцима наслеђивања особина.
б) васпитни	Развијање примене индуктивне и дедуктивне методе при извођењу закључака. Оспособљавање ученика за селекцију информација.
в) функционални	Развијање способности запажања и уочавања сличности и разлика.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог). Метода самосталног рада ученика.
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара
Наставна и помоћна средства	Рачунар, Образовни софтвер
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 10 минута – Основни део часа 70 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” Одацић, (2009).

Ток часа

КОРАК 1. Решавање уводног квиза

У уводном делу часа наставник саопштава ученицима назив наставне јединице. Затим покреће софтвер и отвара део под називом *Уводно предавање*, а у оквиру тог дела отвара квиз под називом *Хумана генетика*. Следи индивидуални рад ученика на

квизу. Квиз садржи 10 питања и задатака различитог типа и служи за обнављање стеченог знања из Генетике. То знање је заиста неопходно за проширење и надоградњу нових садржаја који ће се обрадити током наставног часа. Наставник прати рад ученика и по потреби помаже.

Питања и задаци квиза *Хумана генетика*:

1. Моногено детерминисане особине су особине под контролом једног гена.
 - тачно
 - нетачно
 2. Које од наведених особина човека су моногенске?
 - албинизам
 - патуљаст раст
 - рупица на бради
 - интелигенција
 - дијабетес
 3. Особине које су под контролом већег броја гена и фактора средине називају се
-
4. Које од наведених особина човека су полигене?
 - таленти
 - телесна висина
 - телесна тежина
 - хемофилија
 - рупице на образима
 5. Човек је модел организам у генетици.
 - тачно
 - нетачно
 6. Хумана генетика проучава наслеђивање и варијабилност особина код људи
 - тачно
 - нетачно
 7. Означи тачну реченицу.
 - гени немају утицај на понашање људи
 - гени имају утицај на понашање људи
 - на понашање људи утиче искључиво спољашња средина
 8. Хромозомске аберације доводе до појаве:
 - светле косе
 - Дауновог синдрома
 - артритиса
 - хондродистрофије
 9. Промене у броју појединачних хромозома називају се анеуплоидије.
 - тачно
 - нетачно
 10. Појава комплетних сетова хромозома у вишку назива се:
 - анеуплоидија
 - полиплоидија
 - тетразомија
 - полизомија

Очекивани одговори:

1. Тачно
2. Албинизам, патуљаст раст, рупица на бради
3. Полигене
4. Таленти, телесна тежина, телесна висина
5. Нетачно
6. Тачно
7. Гени имају утицај на понашање људи
8. Дауновог синдрома
9. Тачно
10. Полиплоидија

КОРАК 2. Самосталан рад ученика на ОРС-у

У главном делу часа ученици отварају у софтверу наставну јединицу под називом *Генетика човека* и почињу индивидуални рад. Наставник обилази ученике, контролише шта ученици раде и ако је потребно помаже.

КОРАК 3. Утврђивање гардива наставне јединице *Генетика човека*

По завршеној обради планираних садржаја ученици раде завршни тест. *Тест* садржи 11 питања и задатака различитог типа. Након урађеног теста наставник презентује тачне одговоре и објашњава их. Следи дискусија.

Питања и задаци:

1. Да бисмо установили да ли се болест у породици преноси преко аутозома или полних хромозома применићемо метод:
 - Цитогенетског испитивања
 - Близанаца
 - Молекуларно - биолошког испитивања
 - Генеалогског стабла
2. Албинизам је:
 - Поремећај меаболлизма фенилаланина
 - Поремећај у синтези меланина
 - Поремећај у синтези липида
3. У браку две особе патуљастог раста рођено је једно дете нормалног а друго патуљастог раста. О ком типу наслеђивања је реч?
 - Аутозомно доминантном
 - Аутозомно рецесивном
 - Полигеном
4. Спој поремећај са одговарајућим типом наслеђивања.

Схизофренија	аутозомно рецесивно наслеђивање
Пилорична стеноза	аутозомно доминантно наслеђивање
Хемофилија	наслеђивање везано за пол
Патуљаст раст	полигено наслеђивање
Албинизам	мултифакторско наслеђивање
5. Хемофилија је:
 - Наследна болест узрокована мутацијом на X хромозому.
 - Наследна болест узрокована мутацијом на Y хромозому.
 - Слепило за боје.

6. Даунов синдром је последица:
 - Монозомије 21. хромозома
 - Тризомије 21. хромозома
 - Тетразомије 21. хромозома
7. Едвардсов синдром је последица:
 - Монозомије 13. хромозома
 - Тризомије 13. хромозома
 - Тризомије 18. хромозома
 - Делеције 18. хромозома
8. Особа са Гарнеровим синдромом има генотип:
 - 47 ХХУ
 - 46 ХУ
 - 45 Х0
 - 47 ХУУ
9. Девијантни облици понашања су:
 - Зависни искључиво од фактора средине.
 - Под полигеном контролом.
 - Доминантно се наслеђују.
 - Условљени су хромозомским аберацијама.
10. Особа са Клинефелтеровим синдромом:
 - ће у потомству имати 50% синова са овим синдромом.
 - ће у потомству имати 25% синова са овим синдромом.
 - неће имати потомство, стерилна је.
11. Један од најважнијих задатака пренаталне дијагностике је:
 - Да спречи рађање деце са аберацијама и тешким оштећењима.
 - Да установи учесталост неке аберације у популацији.
 - Да установи да ли је мутирани ген на аутозому или полном хромозому.

Решење теста:

1. *Генеалошког стабла*
2. *Поремећај у синтези меланина*
3. *Аутозомно-доминантно*
4. *Схизофренија - полигено наслеђивање, Пилорична стеноза - мултифакторско наслеђивање, Хемофилија - наслеђивање везано за пол, Патуљаст раст - аутозомно доминантно наслеђивање, Албинизам - аутозомно рецесивно наслеђивање.*
5. *Наследна болест узрокована мутацијом на Х хромозому.*
6. *Тризомије 21. хромозома*
7. *Тризомије 18. хромозома*
8. *45 Х0*
9. *Под полигеном контролом*
10. *Неће имати потомство, стерилна је.*
11. *Да спречи рађање деце са аберацијама и тешким оштећењима.*

7.4.14. Вежба: израда родослова

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Тип часа	Вежба

Циљ часа	Провера оспособљености ученика за практичну примену стечених знања.
Задаци часа	
а) образовни	Схватање и разумевање родословних стабала.
б) васпитни	Подстицање ученика на размишљање Развијање: радних навика и организацијских способности, самосталност у раду.
в) функционални	Развијање способности анализе и синтезе знања. Развијање способности примене стеченог знања у новим ситуацијама и анализе постигнутих резултата.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (дијалог) и метода самосталног рада.
Наставни облик	Фронтални, индивидуални, рад у паровима.
Посебне врсте наставе	Настава помоћу рачунара
Наставна и помоћна средства	Рачунар, Пројектор, Образовни рачунарски софтвер
Наставни објекат	Информатички кабинет.
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд. – Маринковић, Д., Савић, А. (1986): <i>Биологија са практикумом</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” Одацић, (2009). – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа

КОРАК 1. Давање инструкције за рад

У уводном делу часа наставник на пројектору показује родословна стабла. Објашњава како се креира, анализира и тумачи родослов. Ученици прате излагање и постављају питања. Наставник даје инструкцију: „*Замолила бих вас да нацртате родослов своје породице за три генерације. Затим означите себе у родослову. Након тога пропратите неку особину или болест кроз родослов.*” Ученици раде задатак. Наставник их обилази и по потреби пружа помоћ.

КОРАК 2. Анализа родослова

У главном делу часа сваки ученик индивидуално отвара део софтвера под називом *Анализа родословних стабала*. Овај сео софтвера садржи јасно и прецизно дата упутства за издају родослова, као и примере анализираних примера родословних стабала.

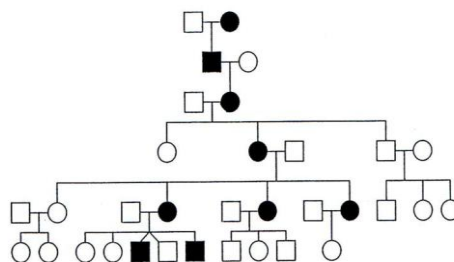
Док ученици раде вежбу на рачунару, наставник их обилази, ако је потребно помаже у раду, указује на пропусте, пратити реализацију, тачност и прецизност у раду.

КОРАК 3. Израда наставног листића

Наставник даје инструкцију ученицима да прекину рад на рачунару и да се ученици поделе у парове. Сваки пар добија наставни листић. Следи израда задатака са наставног листића. По завршетку рада следи анализа и провера тачности одговора.

Изглед наставног листића:

1. Одредити највероватнији тип наслеђивања глувонемости на основу приложеног родослова.



2. Један облик патуљастог раста код људи (*Achondroplasia*) се наслеђује моногено. У једном циркусу, у браку два ахондроплазиона патуљка рођено је једно дете патуљак, док је друго дете нормалног раста.

I. Да ли је ова мутација доминантна или рецесивна?

II. Прикажи родословом наслеђивање патуљастог раста.

III. У родослову одреди генотипове родитеља и потомака.

3. Жена са очним катарактом (хомозигот) и човек нормалног вида имају четворо деце: три дечака и једну девојчицу. Прикажи наслеђивање катаракта преко родословног стабла.

4. Жена чији је отац био хемофиличар а мајка здрава удала се за здравог човека и родила два дечака и две девојчице. Прикажи родослов и наслеђивање хемофилије кроз III генерације.

7.4.15. Систематизација наставне теме Механизми наслеђивања

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Систематизација знања наставне теме Механизми наслеђивања
Тип часа	Објективно проверавање знања - Финални тест
Циљ часа	Проверавање усвојених знања из наставне теме Механизми наслеђивања
Задаци часа	
а) образовни	Провера усвојених знања о основним правилима и типовима наслеђивања код живих организама, хромозомској основи наслеђивања, популационој и хуманој генетици. Провера усвојености основних појмова из наставне теме Механизми наслеђивања.
б) васпитни	Развијање самосталности у раду, могућности практичне примене знања.
в) функционални	Развијање способности анализе постављених задатака.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (дијалог), метода самосталног рада ученика.
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Наставна и помоћна средства	Тест - низ задатака објективног типа
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Ждерић, М., Миљановић, Т. (2001): <i>Методика наставе биологије</i>, Природно-математички факултет, Нови Сад. – Миљановић, Т., Ждерић, М. (2001): <i>Дидактичкометодички примери из методике наставе биологије</i>, Природно-математички факултет, Нови Сад. – Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” Одацић, (2009).
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Образовни рачунарски софтвер „Механизми наслеђивања” Одацић, (2009). – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:**КОРАК 1. Истицање циља часа и давање инструкција за рад**

У уводном делу часа пре него што се ученицима поделе тестови, неопходно је објаснити начин израде задатака и евентуална спорна места, која могу ученицима бити делимично нејасна.

Веома је важно нагласити ученицима како би требало да се понашају у току индивидуалног рада на тесту, што подразумева:

- пажљиво читање и анализирање задатака;
- рад у тишини, без разговора са осталим ученицима и окретања;
- прецизну израду задатака.

Наставник након објашњења дели сваком ученику исти тест. Финални тест је дат у Прилогу 7.2.

КОРАК 2. Активност ученика

У главном делу часа ученици индивидуално решавају задатке Финалног теста.

КОРАК 3. Саопштавање тачних резултата теста

У завршном делу часа наставник прикупља тестове и саопштава тачне резултате теста. Такође наставник упознаје ученике са начином бодовања задатака и потребним бројем бодова за одговарајућу оцену.

7.5. Преглед писаних припрема за реализацију садржаја наставне теме *Механизми наслеђивања у контролној групи ученика*

У контролној групи ученика наставна тема *Механизми наслеђивања* реализована је традиционалном наставом. С циљем поређења ефикасности ова два модела рада (примена ОРС – а у експерименталној и традиционалне наставе у контролној групи ученика) дајемо приказ обраде ове наставне теме традиционалном наставом у контролној групи ученика.

7.5.1. Организација и механизми преношења генетичког материјала.

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Организација и механизми преношења генетичког материјала.
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Усвајање основних појмова у генетици. Разумевање значаја генетичких истраживања. Развијање способности уочавања, анализе и синтезе.
Задаци часа	
а) образовни	Стицање основних знања из генетике (шта је генетика, шта проучава генетика, у чему се огледа значај генетичких истраживања). Усвајање појмова: генетика, трансмисиона генетика, популациона генетика, молекуларна генетика, цитогенетика.
б) васпитни	Развијање ученичке свести о значају генетике као науке и могућности примене генетичких законитости у свакодневном животу. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика, логичког закључивања. Развијање способности селекције и организовања информација.
Наставне методе	Вербално - текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог) и демонстративно - илустративна метода.
Наставни облик	Фронтални.
Наставна средства	Зидне слике, уџбеник.
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије</i>

- општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.
- Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): *Генетика*, Научна књига, Београд.
- Литература за ученике**
- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У **уводном делу часа** поновити са ученицима претходно обрађено градиво из наставне теме Молекуларна биологија које се надовезује на градиво нове наставне теме Механизми наслеђивања (и које је неопходно за разумевање исте), постављањем следећих питања:

1. Која органска једињења у ћелији су носиоци и реализатори развића особина?
2. Објасни грађу ДНК молекула.
3. Које особине поседује молекул ДНК те се због њих може назвати наследном супстанцом?
4. Шта су гени?
5. Чиме се бави генетичко инжињерство?

Очекивани одговори:

1. Носиоци и реализатори наследних особина у ћелији су молекули нуклеинских киселина (ДНК и РНК) и протеини.
2. Молекул ДНК је грађен од нуклеотида међусобно повезаних фосфодиестарском везом. Два комплементарна ланца нуклеотида у молекулу ДНК су увијена један око другог у виду спирале, повезани водоничним везама.
3. Молекул ДНК има способност саморепликације, носи генетичку информацију и поседује способност променљивости структуре и функције.
4. Гени су делови (низови нуклеотида) молекула ДНК.
5. Генетичко инжињерство се бави манипулацијом генетичким материјалом, његовим преносом из једног живог система у други.

У **основном делу часа**, ослањајући се на предзнања ученика у разговору с њима, употребом наведених наставних средстава детаљно обрадити:

1. Дефиницију и предмет проучавања генетике:
 - Шта је генетика,
 - Чиме се бави генетика.
2. Како се проучава генетика, детаљно објашњавајући ученицима различите методе и приступе проучавања генетике, уз навођење што већег броја примера и повезивања с њиховим претходно стеченим знањем и искуством:
 - Трансмисиона генетика
 - Цитогенетика
 - Молекуларна генетика
 - Популациона генетика

3. Значај генетичких истраживања, објашњавајући ученицима велики значај и могућност примене генетичких истраживања у медицини, пољопривреди, ветерини...

У *завршном делу часа* поновити обрађено градиво постављањем следећих питања:

1. Шта проучава генетика?
2. Чиме се бави трансмисиона генетика?
3. Наведи неки пример наслеђивања особине кроз генерације у твојој породици.
4. Шта се може установити цитогенетичким анализама?
5. Које користи људи имају од популационе генетике?
6. Прецизан нуклеотидни састав великог броја гена се може утврдити применом_____.
7. У чему се огледа значај генетичких истраживања за човека?
8. Које користи има пољопривреда од генетичких истраживања?

Очекивани одговори:

1. *Генетика проучава наслеђивање и варијабилност особина.*
2. *Трансмисиона генетика проучава начин преношења особина из генерације у генерацију. Преношење особина се прати кроз неколико узастопних генерација. Код људи се примењује метод родословног стабла за праћење и утврђивање начина преношења особина.*
3. *Наслеђивање боје очију, косе, ћелавости код мушкараца...*
4. *Цитогенетичким анализама се могу установити промене у броју и грађи хромозома, о последицама тих промена и начину како се преносе на потомство.*
5. *Популациона генетика може да утврди које су болести најучесталије у појединим популацијама и самим тим људи могу спровести превентивне мере за смањење њихове учесталости.*
6. *Молекуларне генетике.*
7. *Огледа се у томе јер су идентификовани гени одговорни за велики број наследних болести човека, због већтачке продукције хуманог инсулина, хормона раста...*
8. *Применом различитих генетичких метода постиже се отпорност гајединих биљака на неповољне услове спољашње средине, већи принос, добијају се крупнији плодови...*

7.5.2. Основна правила наслеђивања

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Основна правила наслеђивања
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Стицање основних знања о правилима наслеђивања особина. Усвајање основних појмова у генетици.
Задаци часа	
а) образовни	Стицање основних знања о правилима наслеђивања код живих организама. Усвајање појмова: ген, алел, доминантан, рецесиван, генотип, фенотип, генерација, моно и дихибридно наслеђивање. Оспособљавање ученика за примену новостечених знања у пракси.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње и свести, логичког, индуктивног и дедуктивног закључивања. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика и узрочно-последичних веза. Развијање способности селекције и организовања информација, структурирања садржаја.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), метода писане речи и демонстративно-илустративна метода .
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Наставна и помоћна средства	Зидне слике, графоскоп, графофолије, уџбеник и наставни листићи.
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У *уводном делу часа* проверити предзнање ученика постављањем следећих питања:

1. Од кога наслеђујемо особине?

2. Да ли се наследне особине увек и у свакој генерацији потомака испољавају?
3. Како су раније људи објашњавали наслеђивање особина?
4. Како се данас називају основне јединице наследности?

Очекивани одговори:

1. Особине наслеђујемо од предака, родитеља.
2. Неке особине се испољавају у свакој потомачкој генерацији, а неке не.
3. Људи су сматрали да се особине наслеђују мешањем телесних течности родитеља.
4. Основне јединице наследности се називају гени.

У **основном делу часа** циљ је упознати ученике са основним правилима наслеђивања особина.

1. Менделови експерименти
 - упознати ученике са значајем Менделовог рада,
 - детаљно објаснити начин на који је Мендел извео експерименте (навести примере биљака са којима је радио, објаснити појам алтернативних особина, појам паренталне, прве и друге филијалне генерације. Употребити наведена наставна и помоћна средства.)
2. Менделова правила
 - објаснити прво и друго Менделово правило
 - указати на значај правила наслеђивања
 - упознати ученике са појмовима: алел, доминантан, рецесиван, генотип и фенотип
3. Монохбридно укрштање
 - објаснити шта је монохбридно наслеђивање
 - објаснити како се примењују Менделова правила при монохбридном укрштању
 - показати на примеру наслеђивања једне особине грашка (употребити одговарајућу графофолију)
 - поставити и урадити задатак
4. Дихибридно наслеђивање
 - објаснити шта је дихибридно наслеђивање (употребити одговарајућу графофолију)
 - објаснити на примеру наслеђивања две особине грашка
 - поставити и урадити задатак.

У **завршном делу часа** сваки ученик добија наставни листић на ком се налазе питања за понављање градива. Када припреме одговоре на питања ученици дају одговоре пред одељењем и наставник развија дискусију о правилима наслеђивања.

Наставни листић за наставну јединицу Основна правила наслеђивања

Одговорите на постављена питања:

1. Оснивач генетике је _____.
2. Биљка коју је Мендел користио у експерименталном раду је _____.
3. Шта су алтернативне особине? _____.
4. Алели су _____.
5. Генотип је _____.
6. Стварни изглед организма означава се појмом _____.
7. Број различитих генотипова у Ф₂ генерацији код монохбридног наслеђивања је ____.

8. Број различитих фенотипова у Ф₂ генерацији код дихибридног наслеђивања је _____.
9. Колики се проценат хомозигота очекује из укршања јединки са генотипом Бб и Бб? _____%.

Решење:

1. Јохан Грегор Мендел
2. Баштенски грашак
3. Особине које се јављају по принципу или/или (зелено или жуто зрно, бели или ружичасти цвет...)
4. Различити облици постојања гена.
5. Генетичка конституција јединке; Скуп свих гена
6. Фенотип
7. 3 (АА, Аа, аа)
8. 4 (обе доминантне особине, једна доминантна друга рецесивна(2), обе рецесивне)
9. 50% (ББ, бб)

7.5.3. Типови и примери наслеђивања особина код биљака и животиња. Варијабилност и наслеђивање квантитативних особина.

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Типови и примери наслеђивања особина код биљака и животиња. Варијабилност и наслеђивање квантитативних особина.
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Стицање основних знања о типовима наслеђивања особина код живих организама.
Задаци часа	
а) образовни	Обновити стечена знања из области организације и механизма преношења наследних особина. Стицање нових знања о типовима наслеђивања. Оспособљавање ученика за примену нових знања.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње, аналитичког и логичког закључивања. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика и узрочно-последичних веза. Развијање способности селекције и организовања информација, структурирања садржаја.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), метода писане речи и демонстративно-илустративна метода .
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Наставна и помоћна средства	Табла, слике, графоскоп, графофолије, уџбеник и наставни листићи.
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	– Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута

- Литература за наставника**
- Завршни део часа 10 минута
 - Ридли, М. (2001): *Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља*, Плато, Београд.
 - Туцић, Н., Матић, Г. (2002): *О генима и људима*, Центар за примењену психологију, Београд.
 - Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.
 - Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): *Генетика*, Научна књига, Београд.
- Литература за ученике**
- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У *уводном делу часа* истаћи циљ часа, па кроз дијалог поновити са ученицима: Менделова правила, моно- и дихибридно наслеђивање. Проверити да ли су ученици усвојили појмове: алел, доминантан, рецесиван, генотип, фенотип.

У *основном делу часа* уз веома детаљно објашњење и коришћење наведених наставних средстава упознати ученике са типовима наслеђивања.

1. Доминантно-рецесивно наслеђивање

- навести примере доминантно-рецесивних особина код човека, биљака и животиња
- објаснити бројни однос генотипова и фенотипова у Ф2 генерацији.

2. Интермедијарно наслеђивање

- показати на примеру
- објаснити бројни однос генотипова и фенотипова у Ф2 генерацији
- уочити сличности и разлике у односу на доминантно-рецесивно наслеђивање.

3. Кодоминантно наслеђивање

- објаснити на примеру наслеђивања крвних група човека (АБО и МН систем)
- упоредити са претходна два типа наслеђивања
- уочити сличности и разлике

4. Корелативно (везано) наслеђивање

- приказати распоред везаних гена
- објаснити механизам преноса особина
- навести примере особина које се корелативно наслеђују
- објаснити узроке који доводе до „кидања” везаних гена.

5. Полигено (квантитативно) наслеђивање

- дефинисати квантитативно наслеђивање
- навести примере полигено детерминисаних особина
- објанити облике интеракције међу генима (адитивност, комплементарност и епистазу)

У *завршном делу часа* ученици имају задатак да препознају типове наслеђивања постављене на графофолији. На графофолијама се налазе слике које представљају: доминантно-рецесивно, интермедијарно и корелативно наслеђивање. Након тога наставник поставља задатак који ученици треба да реше:

1. Ако је мајка нулте крвне групе а отац Б крване групе (хетерозигот) које се крвне групе очекују у потомству?

Решење:

$P:00 \times B0$

$F1: B0, 00$

Очекују се Б и нулта крвна група.

7.5.4. Вежба: израда рачунских задатака из генетике

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Тип часа	Вежба
Циљ часа	Оспособљавање ученика за примену стечених знања.
Задаци часа	
а) образовни	Понављање стечених знања из области организације и механизма преношења наследних особина, правила и типова наслеђивања.
б) васпитни	Проширивање знања о механизмима наслеђивања особина. Подстицање ученика на размишљање о значају наследности. Развијање сарадње међу ученицима и самосталности у раду.
в) функционални	Развијање способности анализе и синтезе знања. Развијање способности примене знања у новим ситуацијама.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (дијалог), метода писане речи (рад на тексту, задаци) и демонстративно-илустративна метода.
Наставни облик	Фронтални, групни.
Наставна и помоћна средства	Мапе ума за групни рад
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	<p>I део</p> <p>Ученике је потребно груписати у хетерогених 5 група. Свака група добија хамер и задатак да направи мапу ума из пређеног градива генетике. За реализацију задатка имају 10 минута. Након тога групе презентују своје мапе.</p> <p>II део</p> <p>Наставник задаје задатке. Ученици их индивидуално решавају. Наставник проверава тачност решених задатака.</p> <p>III део</p> <p>Наставник награђује оценом групу са највише наведених појмова на мапи ума и ученике који су успешно решили постављене задатке.</p>
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

- Литература за ученике**
- Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В.(1991): *Генетика*, Научна књига, Београд.
 - Маринковић, Д., Савић, А. (1986): *Биологија са практикумом*, Научна књига, Београд.
 - Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У **уводном делу часа** наставник дели ученике у хетерогене групе. Даје им потребан материјал (хамер, фломастере) и упућује их да направе мапу ума типова наслеђивања особина. Након 10 минута ученици презентују и објашњавају Мапе. По један представник сваке групе подноси извештај.

У **главном делу часа** наставник пише на табли задатке и објашњава како се раде. Ученици прате рад наставника и записују задатке у свеске. Након сваког задатка наставник и ученици анализирају како се ради задатак, а наставник објашњава оно што је нејасно.

Задаци:

1. Какве се фенотипске пропорције у Ф1 генерацији очекују из укрштања АаБб x ааБб?
2. Код човека албинизам је рецесивна моногенска особина. Жена са албинизмом и човек нормалне пигментације чија је мајка имала албинизам ступе у брак. Које се пропорције албинизма очекују у потомству?
3. У једном укрштању ружа у Ф2 генерацији добијено је 150 биљака са црвеним и 50 биљака са белим цветом. Одреди генетску конституцију родитеља (паренталне генерације).
4. Деснорукост је доминантно, а леворукост је рецесивно својство. Које генотипове имају родитељи ако је 25% њихове деце леворуко?

Решења:

1. Гамети генотипа АаБб су АБ, Аб, аБ, аб
Гамети генотипа ааБб су аБ и аб
Слободно комбиновање:

	АБ	Аб	аБ	аб
аБ	АаББ	АаБб	ааББ	ааБб
аб	АаБб	Аабб	ааБб	аабб

Очекује се: 3/8 потомака са обе доминантне особине, 3/8 потомака са првом рецесивном ,а другом доминантном особином, 1/8 потомака са првом доминантном, а другом рецесивномособином и 1/8 потомака са обе рецесивне особине.

2. П: аа × Аа
Ф1: Аа, Аа, аа, аа
Очекује се да ће 50% потомака имати албинизам.
3. Бројни однос 3:1 говори да је реч о монохбридном наслеђивању. Генетичка конституција паренталне генерације је: хомозиготно доминантан један родитељ (АА), док је други родитељ хомозиготно рецесиван (аа).

4. Родитељи су хетерозиготи генотипа Аа.

Након тога наставник дели ученицима наставне листиће са задацима. Сваки ученик индивидуално попуњава листић. Следи анализа резултата рачунских задатака.

Наставни листић са рачунским задацима

1. Код човека галактоземија је рецесивна моногенска особина. Жена са галактоземијом и здрав човек чији је отац имао галактоземију ступе у брак. Које се пропорције галактоземије очекује у потомству?
 - 50%
 - 25%
 - 15%
 - 0%
2. У једном укрштању ружа у Ф₂ генерацији добијено је 150 биљака са црвеним и 50 биљака са белим цветом. Одреди генетску конституцију родитеља (паренталне генерације).
 - АА, аа
 - Аа, аа
 - Аа, Аа
3. Деснорукост је доминантно, а леворукост је рецесивно својство. Које генотипове имају родитељи ако је 25% њихове деце леворуко?
 - оба родитеља су генотипа Аа
 - један родитељски генотип је АА, а други Аа
 - један родитељски генотип је АА, а други аа
 - оба родитеља су генотипа аа
4. Висок раст (алел Т) и крупан плод грашка (алел А) су доминантне особине, а низак раст (т) и ситан плод (а) рецесивне. Колики се проценат потомака високог раста и ситног плода очекује у Ф₁ генерацији из укрштања две биљке генотипова ТТАА и ТтАа?
5. Нормалан вид код људи је одређен аутозомалним доминантним алелом А. Кратковидост је одређена рецесивним алелом а. Какви се фенотипски односи могу очекивати код деце из брака кратковиде жене и мушкарца са нормалним видом?
6. Укрштањем белих (албино) замораца са тамним заморцима, добијају се хибриди интермедијалне (сиве) боје крзна. Какво потомство, (боја, бројчани однос изражен у %) се очекује уколико се спаре албино мужјак и сива женка?
7. Слух човека детерминисан је са два гена. Особе нормалног слуха имају присуство бар по једног доминантног алела оба гена (А_Б_). Из брака родитеља са нормалним слухом (хетерозиготи по оба гена) у потомству се очекују следеће пропорције деце са оштећеним слухом:
 - 44%
 - 50%
 - 75%
 - 100%
8. Наслеђивање облика плода једне врсте бундеве (*Cucurbita pepo*) детерминисан је с два гена. Присуство доминантног алела било ког гена и рецесивна хомозиготност другог гена (А-бб или ааБ-) резултује истим фенотипом, сферичним обликом плода. Два доминантна алела, сваки на једном од гена (А-Б-) интерагују и продукују фенотип у облику диска. Двоструки рецесивни хомозигот аабб даје издужени облик плода. Какво се потомство очекује при укрштању две хетерозиготне јединке дискоидалног облика плода?
 - 9/16 дискоидалног облика : 6/16 сферичног облика : 1/16 издуженог облика
 - 8/16 дискоидалног облика : 7/16 сферичног облика : 1/16 издуженог облика
 - 3/16 дискоидалног облика : 9/16 сферичног облика : 4/16 издуженог облика
 - 9/16 дискоидалног облика : 4/16 сферичног облика : 3/16 издуженог облика

Тачни одговори:

1. 50%
2. АА, аа
3. Оба родитеља су генотипа Аа
4. 0%
5. 50% потомака са нормалним видом и 50% кратковидих потомака
6. 50% сивих и 50% албино
7. 44%
8. 9/16 дискиодалног облика : 6/16 сферичног облика : 1/16 издуженог облика

У завршном делу часа наставник награђује оценом групу са највише наведених појмова на мапи ума и ученике који су успешно решили постављене задатке.

7.5.5. Извори генетичке варијабилности; комбиновање гена и хромозома.

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Извори генетичке варијабилности; комбиновање гена и хромозома
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Систематизација и проширивање знања о хромозомској основи наслеђивања. Систематизација знања из области ћелијске деобе и рекомбинације.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација знања из области организације и механизма преношења наследног материјала.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње, аналитичког и синтетичког закључивања.
в) функционални	Развијање способности анализе и синтезе знања.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), метода писане речи и демонстративно-илустративна метода .
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Наставна и помоћна средства	Табла, слике, графоскоп, графофолије, уџбеник, наставни листић.
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 10 минута – Основни део часа 20 минута – Завршни део часа 15 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Prentis, S.(1991): <i>Biotehnologija</i>, Školska knjiga, Zagreb. – Косановић, В., Диклић, М.(1986): <i>Одабрана поглавља из хумане генетике</i>, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У **уводном делу часа** поновити са ученицима постављањем следећих питања:

1. Шта су хромозоми?
2. Шта је хроматида?
3. Шта је хроматински материјал?
4. Где се налазе хромозоми у ћелији?
5. Колико хромозома имају жива бића у телесним ћелијама?
6. Колико хромозома имају жива бића у полним ћелијама?
7. Која је улога хромозома?
8. Како се назива деоба специјализованих телесних ћелија којом настају полне ћелије?
9. Шта настаје као резултат комплетне мејотичке деобе?
10. Који процеси одликују профазу I мејозе?
11. У чему се огледа значај рекомбинација?

Очекивани одговори:

1. Хромозоми су носиоци наследног материјала у ћелији.
2. Основна јединица молекуларне структуре хромозома назива се нуклеозом. Хроматида је уздужна половина метафазног хромозома. У једној хроматиди налази се један молекул ДНК. Хромозом се састоји од једне хроматиде након ћелијске деобе, а у S и G2 периоду интерфазе поседује две хроматиде.
3. Хроматински материјал је материјал од ког настају хромозоми (еухроматин, хетерихроматин).
4. Хромозоми се налазе у једру ћелије еукариота.
5. У телесним ћелијама жива бића имају диплоидну гарнитуру хромозома.
6. У полним ћелијама жива бића имају хаплоидну хромозомску гарнитуру.
7. Имају улогу у процесу ћелијске деобе.
8. Деоба специјализованих телесних ћелија којом настају полне ћелије назива се мејоза.
9. Након мејозе настају хаплоидне полне ћелије (гамети).
10. У профазу I мејозе се дешава размена генетичког материјала међу хроматидама. Размена траје од пахитена до диплотена и зато је профазу продужена.
11. Значај рекомбинација се огледа у настанку нових комбинација генских алела код потомака у односу на родитеље. Тиме се постиже генетичка варијабилност.

У **основном делу часа** поновити и проширити ученичка знања о хромозомској основи наслеђивања. Повезати нове појмове са познатим. Користити наведена наставна средства.

1. Хромозоми
 - објаснити назив хромозома
 - упоредити хромозоме прокариота и еукариота
 - анализирати хумани кариотип
 - проширити појмове: диплоидан, хаплоидан
 - хомологи хромозоми - шта су, како се наслеђују
2. Хромозомска теорија наслеђивања
 - објаснити ученицима суштину теорије (творец теорије Томас Морган)
 - објаснити Морганове екстерименте

3. Наслеђивање везано за пол
 - објаснити наслеђивање боје очију воћне мушице
 - поновити о полним хромозомима
 - Х везано наслеђивање (навести што више примера особина)
 - Y везано наслеђивање (навести што више примера особина)
4. Рекомбинације
 - ток кросинг-овера
 - раздвајање везаних гена
 - последице рекомбинација
5. Експеримент на воћној мушици
 - праћење наслеђивања две везане особине (боја очију и дужина крила)
 - појава нових фенотипова у потомству услед рекомбинација
6. Значај и примена рекомбинација
 - генетичко мапирање, мапе гена и хромозома
 - генетичка варијабилност
 - добијање рекомбинантних молекула ДНК

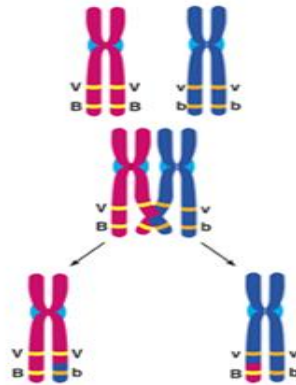
У завршном делу часа извршити понављање и систематизацију градива. Сваки ученик добија наставни листић који треба да попуни. Наставник провера у дијалогу са ученицима тачност одговора.

Изглед наставног листића:

Наставни листић
<ol style="list-style-type: none"> 1. Прикажи наслеђивање хемофилије када је отац здрав, а мајка афицирана. 2. Одсуство знојних жлезда код човека наслеђује се као рецесивна особина везана за пол. Нормалан младић оженио се са девојком чији је отац патио од урођеног одсуства знојних жлезда, док су јој мајка и сви остали предци били фенотипски нормални. Колика је вероватноћа појаве урођеног одсуства знојних жлезда код мушког и женског потомства из овог брака? 3. Х хромозом синови наслеђују од? _____ 4. Од кога ћерке наслеђују Х хромозоме? _____ 5. Да ли ћерка може наследити гене за ћелавост од оца? _____ 6. Шта је Барово тело? _____ <p>Заокружи слово испред тачног одговора:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Рекомбинације представљају: <ol style="list-style-type: none"> a) размену делова хомологих хромозома b) размену делова нехомологих хромозома c) копирање дела хромозома d) недостатак дела хромозома 8. Рекомбинације се одвијају у: <ol style="list-style-type: none"> a) профази мејозе b) у интерфази c) током митозе

d) у Г1 фази

9. Да ли долази до промене места гена на хромозому након рекомбинација? _____
10. Што је већа удаљеност између два гена вероватноћа рекомбинација је _____
11. Шта се дешава са везаним генима у процесу рекомбинације? _____
12. Ако се у потомству поред родитељских испоље и нове комбинације особина значи да је дошло до _____
13. Објасни шта видиш на слици.



Очекивани одговори (решења задатака):

1. P: XY × XX^h

F1: XXXY X^hX X^hY

X^hY - болестан дечак

2. P: XY × XX^Z

F1: XXXY X^ZX X^ZY

Код женског потомства вероватноћа је 0% појаве одсуства знојних жлезда, али 50% женског потомства је потенцијални преносник овог својства својим синовима.

Код мушког потомства вероватноћа појаве одсуства знојних жлезда је 50%.

3. X хромозом синови наслеђују од мајке.

4. X хромозоме ћерке наслеђују од оба родитеља: један од мајке, а други од оца.

5. Ћерка не може наследити гене за ћелавост од оца ако се ти гени налазе на Y хромозому, али постоји облик ћелавости која се наслеђује преко аутозома и у том случају је може наследити.

6. Барово тело је инактивни X хромозом.

7. а)

8. а)

9. Не, гени не мењају место, само алели рекомбинују.

10. Већа

11. Долази до раздвајања везаних гена.

12. Рекомбинација

13. Хомологи хромозоми у мејози врше рекомбинацију. Након рекомбинације видимо нове комбинације генских алела на несестринским хроматидама.

7.5.6. Мутације – хромозомске аберације

Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Мутације (хромозомске аберације)
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Стицање основних знања о променама наследног материјала и факторима који узрокују те промене.
Задаци часа	
а) образовни	Стицање нових знања о променама наследног материјала. Оспособљавање ученика за примену нових знања.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње, аналитичког и логичког закључивања. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика и узрочно-последичних веза. Развијање способности селекције и организовања информација, структурирања садржаја.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), метода писане речи и демонстративно-илустративна метода.
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Наставна и помоћна средства	Табла, слике, графоскоп, графофолије, уџбеник.
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У **уводном делу часа** истаћи циљ часа, па поновити са ученицима претходно стечена знања о мутацијама, факторима који их узрокују, последицама мутација. Питања:

1. Како настају мутације?
2. Који фактори доводе до појаве мутација?
3. До чега доводе мутације?
4. Има ли разлике у функцији нормалне и мутиране ћелије?
5. Да ли знаш неку болест која настаје као последица промене у структури генетичког материјала?

Очекивани одговори:

1. Мутације настају услед грешки репликације.
2. До појаве мутација доводе различити фактори спољашње средине: хемијски, физички и биолошки. Називају се мутагени фактори.
3. Мутације доводе до појаве различитих абнормалности, болести, чак и до смрти.
4. Има разлике. Мутирани хелије не могу нормално да обављају своју функцију.
5. Српаста анемија, деформитет скелета, канцер...

У **основном делу часа** упознати ученике са новим градивом уз употребу наведених наставних средстава. Наводити што више примера, повезивати ново градиво са стеченим знањем ученика и свакодневним животом.

1. Мутације
 - класификација мутација
 - последице мутација (леталне, условно леталне, сублеталне)
 - генске мутације (тачкасте и тихе)
2. Хромозомске промене
 - промене у структури (дупликације, делеције, транслокације, инверзије)
 - промене у броју (полплоидија и анеуплоидија)
3. Учесталост мутација
4. Мутагени фактори
 - физички мутагени
 - хемијски мутагени
 - биолошки мутагени
5. Гени и канцер
 - како настаје канцер
 - онкогени
 - тумор супресори

У **завршном делу часа** извршити систематизацију и понављање градива постављањем следећих питања:

1. Како се називају мутације које узрокују смрт јединке?
2. Да ли ће носилац мутације у телесним ћелијама пренети мутацију на потомство?
3. Који поремећај настаје као последица сублеталне мутације?
4. Како настаје албинизам?
5. Да ли родитељи са очним катарактом могу имати здраво потомство?
6. Да ли се тихе мутације испољавају?
7. Шта су делеције?
8. Појава једног хромозома вишка или мањка назива се?
9. У коју групу мутагених фактора спада јонизујуће зрачење?
10. Монозомије су?

Очекивани одговори:

1. Леталне мутације, на пример Тај Сахов синдром.
2. Не, само ако је мутација у полној ћелији може бити наследна.
3. Хемофилија.
4. Услед мутације гена одговорном за синтезу тамног пигмента меланина.
5. Могу ако су хетерозиготи.
6. Не испољавају се јер замена нуклеотида не доводи увек до уградње погрешне аминокиселине у протеин (синонимни кодони).

7. Делеције су промене у структури хромозома и доводе до недостатка дела хромозома.
8. Анеуплоидија.
9. У физичке факторе.
10. Монозомије су промене у броју хромозома и подразумевају недостатак једног хромозома у пару хомологих хромозома.

7.5.7. Провера знања

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Тип часа	Провера знања
Циљ часа	Утврђивање и систематизација знања из наставних јединица: хромозомска основа наслеђивања, рекомбинације, мутације и хромозомске аберације. Разумевање основних појмова из наведених области. Провера оспособљености ученика за примену стечених знања.
Задаци часа	
а) образовни	Понављање и систематизација стечених знања.
б) васпитни	Подстицање ученика на размишљање о значају организације и механизма преношења наследног материјала, рекомбинацијама и мутацијама.
в) функционални	Развијање способности анализе и синтезе знања. Развијање способности примене знања у новим ситуацијама.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода писане речи (рад на тексту, задаци)
Наставни облик	Индивидуални
Наставна и помоћна средства	Контролни листићи
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 25 минута – Завршни део часа 15 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд. – Маринковић, Д., Савић, А. (1986): <i>Биологија са практикумом</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У *уводном делу часа* наставник дели контролне листиће и даје инструкцију за рад. Саопштава ученицима да пажљиво читају и анализирају питања и да раде самостално. Уколико то испоштују могу добити стимулативне бодове, који им могу помоћи да добију већу оцену.

У *основном делу часа* ученици попуњавају листиће.

У *завршном делу часа* наставник сакупља листиће и даје тачне одговоре на питања.

Контролни задатак је идентичан као и у експерименталној групи те га стога нећемо поново приказивати.

7.5.8. Генетичка структура популација.

Динамика одржавања генетичке полиморфности популације.

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Генетичка структура популација. Динамика одржавања генетичке полиморфности популације.
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Стицање основних знања из домена популационе генетике. Усвајање основних појмова популационе генетике.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација и проширивање знања о популацијама и генетичким законитостима у њима. Усвајање појмова: генетичка варијабилност, генетичка структура, генски фонд, генетичка равнотежа. Оспособљавање ученика за примену новостечених знања у пракси.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње и свести, логичког, индуктивног и дедуктивног закључивања. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика и узрочно-последичних веза. Развијање способности селекције и организовања информација, структурирања садржаја.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), метода писане речи и демонстративно-илустративна метода.
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Наставна и помоћна средства	Зидне слике, графоскоп, графофолије, уџбеник.
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В.(1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А.,

- Литература за ученике – Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.
- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У **уводном делу часа** извршити понављање са ученицима о основним одликама популација, постављањем следећих питања:

1. Шта је популација?
2. Наведите неке од карактеристика популација.
3. Да ли су све јединке у истој популацији исте и ако нису по чему се разликују?
4. Шта проучава популациона генетика?

Очекивани одговори:

1. Популација је група јединки исте врсте међу којима долази до репродуктивних контаката.
2. Бројност (наталитет, морталитет), густина популације, узрастна структура популације...
3. Све јединке популације нису исте. Најлакше се разлике могу установити посматрањем морфолошких карактеристика: висина, тежина, конституција...
4. Популациона генетика проучава генетички састав популација и чиниоце који тај састав мењају у простору и времену.

У **основном делу часа** извршити систематизацију и проширивање знања о популацијама и генетичким законитостима у њима. Користити наведена наставна средства. Посебно пажљиво обрадити Харди - Вајнбергов закон уз навођење што више примера и задатака.

1. Популациона генетика
 - проширити постојећа знања
 - обрадити уз нове примере генетичку варијабилност
 - објаснити метод секвенцирања ДНК
 - показати примере дерматоглифа
 - усвајање појмова генетичка структура популације и генски фонд
2. Харди - Вајнбергов закон
 - објашњење математичког израза
 - учесталост алела (ознаке)
 - учесталост генотипова (ознаке)
 - генетичка равнотежа
 - примери и задаци
3. Услови под којима важи принцип генетичке равнотеже (навести их и објаснити)

У **завршном делу часа** поновити пређену наставну јединицу и проверити усвојеност појмова и могућност примене стеченог знања кроз рад задатака.

1. Праћење промена у популацијама у простору и времену проучава?
2. Како се може уочити генетичка варијабилност код људи? Наведи пример.
3. Чему служи метод секвенцирања ДНК?
4. Шта је генетичка структура популације?
5. Шта је генски фонд?

6. Које од популационих фреквенција алела а нам говоре да се популација налази у генетичкој равнотежи: а) $q=1$, б) $q=0,4$ в) $q=0,65$ г) $q=0,81$. За популације које су у равнотежи израчунајте учесталости генотипова.

Очекивани одговори:

1. Популациона генетика.
2. У боји очију, косе...
3. За добијање најпрецизнијих података о генетичкој варијабилности.
4. Учесталост различитих генетичких варијанти у популацији.
5. Скуп свих гена, свих јединки неке популације.
6. б) $q=0,4$ учесталости генотипова: $q^2(aa)=0,16$, $2pq(Aa)=0,48$, $p^2(AA)=0,36$

7.5.9. Вештачка селекција и оплемењивање биљака и животиња

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Вештачка селекција и оплемењивање биљака и животиња
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Систематизација и проширивање знања о селекцији организама.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација и проширивање знања о методама и примени вештачког одабирања.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње и свести, логичког закључивања. Оспособљавање ученика за селекцију и евалуацију информација.
в) функционални	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика, могућностима примене знања у свакодневном животу.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), демонстративно - илустративна метода.
Наставни облик	Фронтални
Наставна и помоћна средства	Зидне слике, слике, уџбеник.
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд. – Маринковић, Д., Савић, А. (1986): <i>Биологија са практикумом</i>, Научна књига, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У **уводном делу часа** попричати са ученицима о вештачкој селекцији.

1. Који типови селекције постоје?
2. Због чега човек користи вештачку селекцију?
3. Знаш ли неке биљке и животиње који су продукти вештачког одабирања?
4. Да ли сте чули за генетички модификоване организме, наведите за које.

Очекивани одговори:

1. *Природна и вештачка селекција.*
2. *Ради добијања биљака и животиња са жељеним особинама.*
3. *Винова лоза, кукуруз, карфиол,...*
4. *Да, углавном су штетни за човекову исхрану, на пример соја, кукуруз...*

У **основном делу часа** проширити знања ученика о вештачкој селекцији, техникама и методама, употребној вредности производа и генетички модификованим организмима. Објаснити ученицима значај конзервационе генетике.

1. Вештачка селекција
 - дефинисање појма
 - примена (навођење што више примера, посматрање слика)
 - хибридизација
 - технологија рекомбинантне ДНК
2. Генетички модификовани организми
 - дефинисање појма
 - навођење примера, посматрање слика
 - опасности употребе ГМО
3. Конзервациона генетика
 - дефиниција
 - објашњење значаја постојања
 - примери и слике угрожених врста биљака и животиња.

У **завршном делу часа** поставити ученицима следећа питања:

1. Да ли се без присуства генетичке разноврсности може извршити селекција било које групе биљака или животиња?
2. Шта човек постиже вештачком селекцијом гајених биљака?
3. Шта човек постиже вештачком селекцијом гајених животиња?
4. Шта је хибридизација?
5. Код којих гајених животињски врста се често примењује вештачка селекција?
6. До чега доводи смањење генетичке варијабилности?
За домаћи задатак спремите есеј о генетски модификованим организмима.

Очекивани одговори:

1. *Без присуства генетичке разноврсности се не може извршити селекција било које групе биљака или животиња.*
2. *Постиге повећање приноса биљака, отпорност на лоше услове средине, добијају се крупнији плодови са већим процентом витамина.*
3. *Бољи квалитет меса, веће количине млека, повећање просечног броја јаја...*
4. *Укрштање различитих генетичких линија.*
5. *Код кокошки, говеда, коња, оваца, паса...*
6. *До изумирања врста.*

7.5.10. Генетичка контрола развића

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Генетичка контрола развића
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Систематизација и проширивање знања о развићу организама.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација и проширивање знања о процесу развића живих бића.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње и закључивања.
в) функционални	Оспособљавање ученика за селекцију информација.
	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), демонстративно - илустративна метода.
Наставни облик	Фронтални
Наставна и помоћна средства	Слике, шеме, видео рекордер, видео трака уџбеник.
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 30 минута – Завршни део часа 10 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ћурчић, Б. (1985): <i>Развиће животиња</i>, Научна књига, Београд – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У **уводном делу часа** ученици презентују домаће задатке. Неколико ученика излаже своје радове.

Након тога следи припрема за обраду нове наставне јединице. Наставник показује шему развића организама, а ученици имају задатак да препознају стадијуме развоја и наведу њихове основне одлике.

Очекивани одговори:

Основни стадијуми су: зигот, бластула, гаструла, ембрион. На ступњу бластуле карактеристична је појава вишећеличности, настанак слојевитог ембриона је карактеристичан за гаструлу, а након тога следи настанак основних осовинских органа и екстраембионалних структура.

У **основном делу часа** објаснити ученицима како гени контролишу процес развића, шта је и како се обавља клонирање.

1. Генетичка контрола развића

- пренос почетне генетичке информације на зигот

- тотипотентност оплођене јајне ћелије
 - ћелијска диференцијација
 - епигенеза
 - детерминација полности
2. Клонирање
- шта је клонирање
 - клонирање у природи (примери биљака које се клонирају)
 - клонирање код животиња
 - ток клонирања
 - терапеутско и репродуктивно клонирање

У завршном делу часа наставник пушта кратак филм о клонирању.

7.5.11. Утврђивање градива

Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Популациона генетика, вештачка селекција и оплемењивање биљака и животиња, генетичка контрола развића.
Тип часа	Утврђивање градива
Циљ часа	Систематизација и утврђивање градива.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација и проширивање знања из наведених наставних јединица.
б) васпитни	Развијање логичког закључивања, анализе и синтезе знања.
в) функционални	Развијање способности сналажења у нивим ситуацијама.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог).
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Наставна и помоћна средства	Слике, шеме, табла.
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Артикулација часа	<ul style="list-style-type: none"> – Уводни део часа 5 минута – Основни део часа 35 минута – Завршни део часа 5 минута
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд. – Маринковић, Д., Савић, А. (1986): <i>Биологија са практикумом</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У **уводном делу часа** наставник ученицима даје инструкцију да следи утврђивање градива. Наставник ће постављати питања и задатке, а ученици одговарати на њих. Ко од ученика буде дао највише тачних одговора добиће оцену.

У **основном делу часа** следи постављање питања и задатака:

1. Шта проучава популациона генетика?
2. Шта је генетичка варијабилност?
3. Шта подразумевамо под појмом генетичка структура?
4. Шта чини генски фонд?
5. Наведи факторе који ремете генетичку равнотежу популације.
6. Шта је генска терапија?
7. Наведи примере примене генске терапије.
8. Шта је клонирање?
9. Код којих биљака у природи срећемо клонирање?
10. Шта је вештачка селекција?
11. Чиме се бави конзервациона генетика?
12. Које угрожене врсте знаш?
13. Наведи примере неколико биљних врста које настају вештачком селекцијом, а воде порекло од истог претка.
14. Шта значи епигенетско развиће?
15. У процесу развића да ли мајка или отац преносе почетну генетичку информацију на потомство?
16. У једној популацији учесталост алела који детерминише очни катаракт је 10%. Колика је учесталост здравих особа?
17. Учесталост рецесивног алела у једној популацији је 10%. Одреди учесталост особа са доминантном особином.
18. Ако је учесталост генотипова једног двоалелног гена 0.64(AA), 0.32(Aa), 0.04(aa) онда је одреди учесталости алела.
19. У популацији једног места 25% људи је оболело од хистидинемije (једне врсте ензимопатије). Одреди учесталост здравих особа и одговори да ли је популација у равнотежи.
20. У популацији, која је у равнотежи, од 100 особа 5 особа је болесно и то су рецесивни хомозиготи. Колико има хетерозигота у тој популацији?

Решења:

1. Проучава генетичку варијабилност у популацијама, испољавање различитих генетичких варијанти, како се неке од њих одржавају, а друге временом нестају и како се генетичка структура популација мења кроз генерације.
2. Појава различитих генетичких варијанти у популацијама.
3. Учесталост различитих генетичких варијанти у популацији.
4. Скуо свих гена, свих јединки неке популације.
5. Мала бројност популације, мутације, миграције, генетички дрифт, природна селекција.
6. Замена нефункционалног гена функционалним.
7. Код оболелих људи врши се терапија кортикостероидима за обнову имунолошког система, терапија код различитих врста тумора.
8. Стварање генетички идентичних копија.
9. Јагоде, ирис, кромпир.

10. Начин добијања различитих варијетета биљака и животиња са жељеним особинама.
11. Очувањем генетичке варијабилности врста.
12. Од биљака: ловорчица, росуља, Панчићева оморика, тиса, гороцвет, саса, бели локвањ, жути локвањ, златни љљан. Од животиња: панда, афрички и азијски слон, бенгалски тигар, бизон, видра, галапагоски пингвин, гепард, белоглави сун, сури орао, ластавице...
13. Карфиол, купус, кељ и келераба.
14. Активација различит гена, на различитим местима и у различито време.
15. Мајка (информациона РНК мајке).
16. 81%
17. 99%
18. $p=0,8$ $q=0,2$
19. 75%, популација је у равнотежи.
20. 34 особе су хетерозиготи.

У завршном делу часа наставник најуспешнијима уписује оцене.

7.5.12./13. Наследност и варирање особина код људи. Наследне болести. Генетичка условљеност човековог понашања.

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Генетика човека
Тип часа	Обрада новог градива
Циљ часа	Систематизација и проширивање знања из хумане генетике.
Задаци часа	
а) образовни	Систематизација и проширивање знања из хумане генетике. Сицање знања о конструкцији и ознакама у родословним стаблима, типовима наслеђивања особина код човека, анализе хромозома и гена и понашања.
б) васпитни	Развијање ученичке пажње, анализе и синтезе при закључивању.
в) функционални	Оспособљавање ученика за селекцију информација.
Наставне методе	Развијање способности посматрања, запажања, уочавања сличности и разлика.
Наставни облик	Вербално-текстуална: метода усмене речи (монолог и дијалог), демонстративно - илустративна метода.
Наставна и помоћна средства	Фронтални
Наставни објекат	Слике, шеме, табла, уџбеник.
Артикулација часа	Биолошки кабинет.
	– Уводни део часа 10 минута
	– Основни део часа 70 минута
	– Завршни део часа 20 минута
Литература за наставника	– Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте</i> у 23 поглавља, Плато, Београд.
	– Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i> , Центар за примењену психологију, Београд.

- Литература за ученике**
- Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.
 - Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): *Генетика*, Научна књига, Београд.
 - Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): *Биологија за IV разред гимназије општег смера*, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа:

У **уводном делу часа** поновити са ученима о наслеђивању особина, типовима наслеђивања, постављањем следећих питања:

1. Шта су моногенске особине?
2. Шта су полигене особине?
3. Зашто се човек не употребљава као модел организам у генетици?
4. Шта проучава хумана генетика?
5. Због чега се рецесивна својства ређе испољавају у људској популацији?
6. Шта су хомологи хромозоми?
7. Колико хромозома човек има у телесним, а колико у полним ћелијама?
8. Да ли су нумеричке аберације хромозома штетне за човека?
9. Имају ли гени утицаја на понашање?
10. Да ли су таленти искључиво генетски детерминисани?

Очекивани одговори:

1. Особине под контролом једног гена.
2. Особине под контролом већег броја гена и фактора средине.
3. Зато што има дуг период генерације, ћелијски хромозоми су му релативно ситни.
4. Наслеђивање и варијабилност особина код људи.
5. Зато што је ретко укрштање у сродству, које доприноси повећаној рецесивности гена.
6. Хромозоми исти по величини, облику и распореду генских локуса.
7. У телесним 46, а у полним 23 хромозома.
8. Да, изузетно су штетне, доводе до појаве бројних абнормалности, менталне ретардације, скраћења дужине живота.
9. Да, имају утицаја.
10. Не, зависе и од фактора средине (вежба).

У **основном делу часа** извршити систематизацију и проширивање знања ученика. Користити наведена наставна средства, наводити примере и објашњавати их, инсистирати на активирању ученика у дијалогу у областима из којих имају предзнања.

1. Хумана генетика
 - проширити дефиницију појма
 - навести методе које се користе у хуманој генетици
 - истраживање генома човека
 - родословна стабла (објаснити ознаке, начин конструисања, праћење особина кроз рослов)
2. Примери образаца наслеђивања
 - Моногенско наслеђивање
 - аутозомно - рецесивно (навести особине, болести, учесталост)

- аутозомно - доминантно (навести особине, болести, учесталост)
- наслеђивање везано за пол (навести особине, болести, учесталост)
- 3. Хромозомска основа наслеђивања
 - Промене у броју аутозома (тризомије)
 - Даунов синдром (опис, учесталост)
 - Едвардсов синдром (опис, учесталост)
 - Патау синдром (опис, учесталост)
 - Промене у броју полних хромозома (монозомије и тризомије)
 - Тарнеров синдром
 - Клинефелтеров синдром
- 4. Генетичко тестирање и саветовање
 - пренатална дијагностика
 - генетичка претрага
 - генетичка саветовалишта
- 5. Гени и понашање
 - интелигенција, црте личности, таленти (објаснити утицај гена и средине)
 - ментална обољења (навести их, објаснити узроке, ток болести)
 - девијантни облици понашања (склоност ка криминалу, алкохолизму, наркоманији)

У *завршном делу часа* продискутовати са ученицима о пређеном градиву.

Питања и задаци:

1. Нацртај родослов своје породице (обухвати три генерације).
2. Пропрати наслеђивање неке особине кроз свој родослов и покушај да закључиш како се наслеђује.
3. Које се особине код људи наслеђују као аутозомно - доминантне?
4. Које се болести (поремећаји) код људи наслеђују аутозомно - рецесивно?
5. Како се наслеђује највећи број особина код људи?
6. Зашто се код мушкараца знатно чешће него код жена испољава далтонизам?
7. Која тризомија аутозома има највећу учесталост у људској популацији?
8. Жена са 45 хромозома, кратког набораног врата, стерилна болује од ?
9. Да ли постоји могућност лечења наследних болести?
10. Да ли у развоју интелигенције утичу претежно средински фактори или наследна основа?

Очекивани одговори:

1. анализа цртежа родослова, провера тачности ознака и симбола.
2. анализа, дискусија.
3. пегавост лица, рупица на бради, залисци...
4. албинизам, фенилкетонурија, алкаптонурија, хистидинемиа...
5. полигено
6. Јер синови наслеђују од мајки X хромозом са мутираним геном.
7. Даунов синдром (монголоидна идиотија).
8. Тарнеровог синдрома.
9. Да, применом генске терапије.
10. Наследна основа утиче око 45%, средина око 35%, а интеракција генотипа и средине 20%. Значи при адекватним условима (родитељска нега, исхрана, школа) „повољан” генотип утиче 65% на развиће интелигенције, а при неповољним условима генотип „смањује” степен учешћа на 25%.

7.5.14. Вежба: израда родослова

Наставни предмет	Биологија
Наставна тема	Механизми наслеђивања
Тип часа	Вежба
Циљ часа	Провера оспособљености ученика за практичну примену стечених знања.
Задаци часа	
а) образовни	Схватање и разумевање родословних стабала.
б) васпитни	Подстицање ученика на размишљање Развијање: радних навика и организацијских способности, самосталност у раду.
в) функционални	Развијање способности примене стеченог знања у новим ситуацијама и анализе постигнутих резултата.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (дијалог) и метода самосталног рада.
Наставни облик	Фронтални, индивидуални, рад у паровима.
Наставна и помоћна средства	Табла, слике, наставни листић
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд. – Маринковић, Д., Савић, А. (1986): <i>Биологија са практикумом</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

Ток часа

У уводном делу часа наставник на понавља са ученицима основне типове наслеђивања моногенских особина. Наставник даје инструкцију за израду и анализу родослова. Ученици израђују родословно стабло своје породице за три генерације. Следи анализа резултата и дискусија.

У главном делу часа наставник детаљно објашњава основна правила при изради родослова, како се тумачи и интерпретира родослов, шта се све може установити путем родословног стабла. Након тога наставник на табли пише задатке, црта и тумачи родослове. Ученици прате наставничково излагање и постављају питања.

Задаци и објашњења:

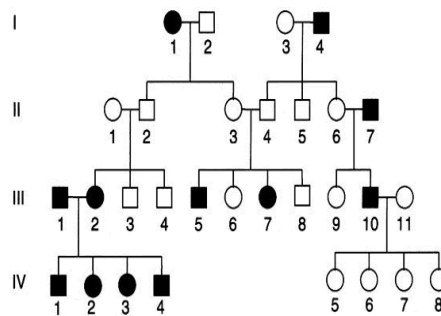
1. На слици је родословно стабло које приказује наслеђивање неосетљивости горког укуса.

Кроз колико генерација се прати ова особина?

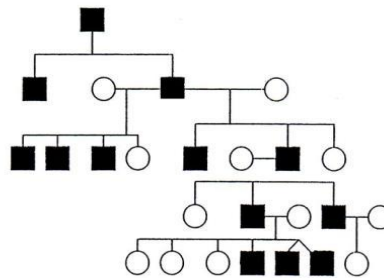
Видимо да се особина не појављује у свакој генерацији. Такође учавачемо да се јавља и код мушкараца и код жена, те можемо бити сигурни да није у питању полно везано наслеђивање. Можемо закључити да роллов приказује аутозомно рецесивно наслеђивање.

Генотип особе која поседује особину је aa , односно хомозиготно рецесиван. Особа која не поседује особину има бар један доминантна алел у генотипу.

Који је могућ генотип особе II 7? Могућ генотип је $A_$.

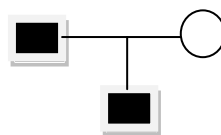


2. На слици је приказано Y везано наслеђивање. Покушај да уочиш по чему је овај родослов специфичан? Особина приказана родословом се искључиво преноси са очевача на синове, а знајући да синови од оца добијају Y хромозом јасно је да је ова особина полно везана.



3. Човек са албинизмом и жена нормалне пигментације имају албино дете. Прикажи наслеђивање албинизма родословом и одреди генотипове родитеља и детета.

Албинизам је узрокован рецесивном мутацијом, па албино особа има генотип aa . Здраве особе имају бар један доминантан алел у генотипу.



II: $aa \times Aa$

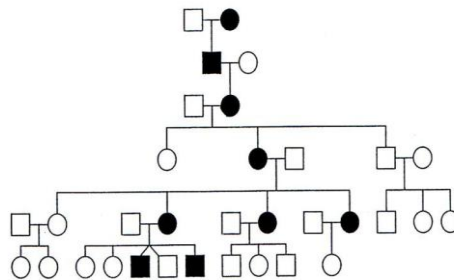
ФI: aa

Пошто је дете албино мајка мора бити хетерозигот.

Наставник даје инструкцију ученицима да се ученици поделе у парове. Сваки пар добија наставни листић. Следи израда задатака са наставног листића. По завршетку рада следи анализа и провера тачности одговора.

Изглед наставног листића:

1. Одредити највероватнији тип наслеђивања глувонемости на основу приложеног родослова.



2. Један облик патуљастог раста код људи (*Achondroplasia*) се наслеђује моногено. У једном циркусу, у браку два ахондроплазиона патуљка рођено је једно дете патуљак, док је друго дете нормалног раста.

I. Да ли је ова мутација доминантна или рецесивна?

II. Прикажи родословом наслеђивање патуљастог раста.

III. У родослову одреди генотипове родитеља и потомака.

3. Жена са очним катарактом(хомозигот) и човек нормалног вида имају четворо деце: три дечака и једну девојчицу.Прикажи наслеђивање катаракта преко родословног стабла.

4. Жена чији је отац био хемофиличар а мајка здрава удала се за здравог човека и родила два дечака и две девојчице. Прикажи родослов и наслеђивање хемофилије кроз три генерације.

У завршном делу часа следи анализа резултата и дискусија.

7.5.15. Систематизација наставне теме Механизми наслеђивања

Наставна тема	Механизми наслеђивања
Наставна јединица	Систематизација наставне теме Механизми наслеђивања
Тип часа	Објективно проверавање знања - Финални тест
Циљ часа	Проверавање усвојених знања о механизмима наслеђивања
Задаци часа	
а) образовни	Провера усвојених знања о основним правилима и типовима наслеђивања код живих организама, хромозомској основи наслеђивања, популационој и хуманој генетици. Провера усвојености основних појмова из наставне теме Механизми наслеђивања.
б) васпитни	Развијање самосталности у раду, могућности практичне примене знања.
в) функционални	Развијање способности анализе постављених задатака.
Наставне методе	Вербално-текстуална: метода усмене речи (дијалог), метода писане речи (рад на тексту).
Наставни облик	Фронтални, индивидуални.
Наставна и помоћна средства	Тест - низ задатака објективног типа
Наставни објекат	Биолошки кабинет.
Литература за наставника	<ul style="list-style-type: none"> – Ридли, М. (2001): <i>Геном - аутобиографија врсте у 23 поглавља</i>, Плато, Београд. – Туцић, Н., Матић, Г. (2002): <i>О генима и људима</i>, Центар за примењену психологију, Београд. – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд. – Маринковић, Д., Туцић, Н., Кекић, В. (1991): <i>Генетика</i>, Научна књига, Београд. – Маринковић, Д., Савић, А. (1986): <i>Биологија са практикумом</i>, Научна књига, Београд.
Литература за ученике	<ul style="list-style-type: none"> – Цветковић, Д., Лакушић, Д., Матић, Г., Кораћ, А., Јовановић, С. (2008): <i>Биологија за IV разред гимназије општег смера</i>, Завод за уџбенике, Београд.

У *уводном делу часа* пре него што се ученицима поделе тестови, неопходно је објаснити начин израде задатака и евентуална спорна места, која могу ученицима бити делимично нејасна.

Веома је важно нагласити ученицима како би требало да се понашају у току индивидуалног рада на тесту, да пажљиво читају питања и задатке, дају јасне и прецизне одговоре и самостално раде тест.

У *основном делу часа* ученици раде тест. (Финални тест је дат у прилогу тезе – Прилог 7.2).

У *завршном делу часа* наставник саопштава резултате теста. (Кључ Финалног теста и начин бодовања и оцењивања дати у прилогу тезе – Прилог 7.2.; 7.2.1.).

7.6. Образовни рачунарски софтвер *Механизми наслеђивања*

Образовни рачунарски софтвер за обраду наставне теме Механизми наслеђивања у 4. разреду гимназије општег смера дат је у електронској форми.

Биографија аутора



Весна Одацић је рођена 14.11.1972. године у Зрењанину.

Завршила је основну школу „Петар Петровић–Његош” у Зрењанину 1987. године. Зрењанинску гимназију, природно–математичког смера завршила је 1991. године, као носилац Вукове дипломе.

Биолошки факултет Универзитета у Београду, смер дипломирани биолог, уписала је школске 1991/1992. године и дипломирала 1999. године са просечном оценом 8,60 и оценом дипломског рада 10. На Биолошком факултету Универзитета у Београду 2008. године стекла је звање дипломирани биолог – мастер.

Докторске студије на студијском програму Методика наставе природних наука (биологије) на Природно-математичком факултету Универзитета у Новом Саду уписала је школске 2008/2009. године. Положила је све испите предвиђене Наставним планом и програмом студија са просечном оценом 10,00. Докторску дисертацију под називом „Ефикасност примене образовно рачунарског софтвера у настави биологије у гимназији” пријавила је 2012. године.

До сада је објавила 11 радова у стручним и научним часописима и научним скуповима.

Запослена је у Зрењанинској гимназији у Зрењанину.

Удата је и има једног сина.

Весна Одацић

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА
ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:
РБР

Идентификациони број:
ИБР

Тип документације: Монографска документација
ТД

Тип записа: Текстуални штампани материјал
ТЗ

Врста рада: Докторска дисертација
ВР

Аутор: МА Весна Одаџић
АУ

Ментор: др Томка Миљановић, редовни професор
МН

Наслов рада: Ефикасност примене образовно рачунарског софтвера у настави
биологије у гимназији
НР

Језик публикације: Српски (ћирилица)
ЈП

Језик извода: Српски / Енглески
ЈИ

Земља публикавања: Република Србија
ЗП

Уже географско подручје: Војводина
УГП

Година: 2016.
ГО

Издавач: Ауторски репринт
ИЗ

Место и адреса издавања: Нови Сад, ПМФ, Департман за биологију и екологију,
Трг Доситеја Обрадовића бр. 2
МА

Физички опис рада: (бр. поглавља/страна/лит.цитата/табела/слика/графика/прилога)
ФО 7 240 255 25 26 10 5

Научна област: Биологија
НО

Научна дисциплина: Методика наставе биологије
НД

Предметна одредница / Кључне речи: Биологија, гимназија, образовно рачунарски софтвер, традиционална настава, ефикасност наставе.
ПО

УДК:

Чува се: ПМФ, Нови Сад, Библиотека Департмана за биологију и екологију,
Трг Доситеја Обрадовића бр. 2
ЧУ

Важна напомена: нема
ВН

Извод:**ИЗ:**

У докторској дисертацији је најпре сагледана теоријска основа примене образовно рачунарског софтвера и проучена његова заступљеност у настави природних наука.

За потребе истраживања креиран је образовно рачунарски софтвер *Механизми наслеђивања* за IV разред гимназије општег смера, а затим анализирана ефикасност његове примене у поређењу са традиционалном наставом. Педагошки експеримент је спроведен на узорку од 173 ученика (87 ученика у експерименталној и 86 ученика у контролној групи). Ученици Е групе су наставне садржаје наставне теме обрађивали применом образовно рачунарског софтвера (ОРС), индивидуалним начином рада, док су ученици К групе исте наставне садржаје обрадили традиционалном наставом.

Инструменти примењени у истраживању су: иницијални тест, финални тест и ретест. Сва три теста су обухватала питања из три когнитивна домена (нивоа знања): ниво познавања чињеница (ниво I), ниво разумевања појмова (ниво II) и ниво анализе и резоновања (ниво III). Осим тестова знања инструмент коришћен у истраживању је анкета за ученике Е групе о примени ОРС-а у настави биологије у гимназији. Статистичка обрада података добијених на тестовима знања и анкети извршена је применом програмског пакета SPSS 19.0.

На почетку истраживања експериментална и контролна група ученика уједначене су на основу општег успеха ученика, успеха из биологије на крају трећег разреда гимназије, као и на основу резултата иницијалног теста знања из биологије. Након обраде наставне теме *Механизми наслеђивања* применом различитих наставних модела у Е и К групи извршено је финално тестирање, а затим и ретестирање ученика обе групе.

Ученици Е групе су остварили знатно бољи успех на финалном тесту (просечно постигнуће 79,85 поена) и на ретесту (просечно постигнуће 75,44 поена) од ученика К групе (просечно постигнуће 70,34 поена на финалном тесту и 62,58 поена на ретесту). Анализа резултата финалног теста и ретеста је показала да су остварене разлике у постигнућу ученика Е и К групе на финалном тесту и ретесту на сва три когнитивна домена и на тестовима у целини у корист Е групе статистички значајне. Од посебног је значаја знатно бољи резултат ученика Е групе у решавању сложенијих питања и задатака у односу на ученике К групе.

Остварени резултати ученика експерименталне групе на финалном тесту и ретесту у односу на резултате ученика контролне групе, као и позитивни ставови ученика експерименталне групе о примењеном моделу наставе, указују на потребу веће заступљености примене образовних мултимедијалних софтвера у савременој настави биологије и других природних и друштвених наука на свим нивоима образовања.

Датум прихватања теме од стране Н.Н.

26. 01. 2012. године

већа:

ДП

Датум одбране:

ДО

**Чланови
комисије:
КО**

Председник:

др Михајла Ђан, ванредни професор, ПМФ, Нови Сад

Члан:

др Томка Миљановић, редовни професор, ПМФ, Нови Сад

Члан:

др Данило Мандић, редовни професор, Учитељски факултет, Београд

Члан:

др Споменка Будић, ванредни професор, Филозофски факултет, Нови Сад

Члан:

др Вера Жупанец, доцент, ПМФ, Нови Сад

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF NATURAL SCIENCES & MATHEMATICS
KEY WORDS DOCUMENTATION**

Accession number:
ANO

Identification number:
INO

Document type: Monograph documentation
DT

Type of records: Textual printed material
TR

Contents Code: PhD dissertation
CC

Author: MSc Vesna Odadžić
AU

Mentor: Tomka Miljanović, Ph. D., full professor
MN

Title: Efficiency of The Use of Educational Computer Software in Teaching
XI
Biology in The Grammar School

Language of text: Serbian (Cyrillic alphabet)
LT

Language of abstract: Serbian/English
LA

Country of publication: Republic of Serbia
CP

Locality of publication: Autonomous Province of Vojvodina
LP

Publication year: 2016.
PY

Publisher: Author's reprint
PU

Publ. place: Novi Sad, Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology,
PP
2 Trg Dositeja Obradovića.

Physical description: (chapters/pages/literature/ tables/pictures/graphs/additional lists)
PD
7 240 255 25 26 10 5

Scientific field: Biology
SF

Scientific discipline: Teaching methods of Biology
SD

Subject/Key words: Biology, Grammar School, Educational computer software, Traditional
SKW
teaching, Efficiency of teaching

UC:

Holding data: Library of Faculty Sciences, Department of Biology and Ecology, 21000
HD
Novi Sad, Serbia, Trg Dositeja Obradovića 2

Note: none
N

Abstract:**AB:**

In the doctoral dissertation was first analyses the theoretical foundation of application of educational computer software and analyzed its representation in natural sciences.

For the use of the issue was developed educational computer software *Mechanism of Heredity* for biology IV grade grammar school of the general stream, and then analyzed the efficiency of its use in relation to traditional teaching. Pedagogical research was conducted on a sample of 173 students (87 students in the experimental and 86 students in the control group). The unit was done in the E group through the application of educational computer software (ECS), individual form of work, while students of the C group the same content processed using a traditional approach.

Instruments used in the research were: initial test, final test and retest. All three tests included questions from three cognitive domains (levels of knowledge): the level of knowing the facts (level I), the level of understanding notions (level II) and the level of analysis and reasoning (level III). Apart from tests, questionnaires for the students from the experimental group on application of ECS in teaching biology in grammar school were used as another research instrument. Statistical processing of data obtained from the tests and questionnaire was done by using SPSS 19.0 software package.

At the beginning of the research the experimental and control groups were equal in terms of students' general success at the end of the III grade, grades in biology and the results of the initial biology test. After the unit Mechanism of Heredity was done in different ways in the E and C groups, students in both groups were given a final test and then retested.

Students from the E group achieved better results in the final test (79.85 points average) and retest (75.44 points average) than students from the C group (70.34 points average in the final test and 62.58 points in the retest). The analysis of the results from the final test and retest has shown that the students from the experimental group achieved higher quality and quantity of knowledge in all three cognitive domains and on the tests as a whole, in relation to the students from the control group. The differences in achievement are statistically significant in favor of the experimental group. The students from the experimental group showed greater competence in solving complex questions and tasks in relation to the students from the control group.

The results achieved by the E group students in the final test and retest compared to the C group, as well as the results of questionnaires for students of the experimental group, recommend greater presence of educational computer software in contemporary Biology classes and other natural sciences and humanities on all levels of education.

Accepted by the Scientific

26. 01. 2012.

Board on:**ASB****Defended:****DE****Thesis defend board:****DB**

President : Mihajla Đan, Ph. D., associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad
Member: Tomka Miljanović, Ph. D., full professor Faculty of Sciences, Novi Sad
Member: Danimir Mandić, Ph. D., full professor, Teachers Training Faculty, Beograd
Member: Spomenka Budić, Ph. D., associate professor, Faculty of Philosophy, Novi Sad
Member: Vera Županec, Ph. D., associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad