

**ПРИМЕНА НА WEB-АНИМАЦИЈА ВО НАСТАВАТА ПО БИОЛОГИЈА
И ПОТТИКНУВАЊЕ НА МИСЛОВНИТЕ СПОСОБНОСТИ
КАЈ УЧЕНИЦИТЕ ВО ПРОЦЕСОТ НА УСВОЈУВАЊЕ НА
БИОЛОШКИТЕ ПОИМИ**

Снежана Ставрева Веселиновска

Факултет за образовни науки, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип
snezana.veselinovska@ugd.edu.mk

Апстракт

Модерното општество носи неоспорни промени во секој аспект од човековото живеење, а еден од најважните аспекти е образованието. Добро подготвени ученици се основа за здраво, напредно општество. Модернизацијата на образованието во Република Македонија во форма на компјутер за секое дете овозможува примена на нови, иновативни методи во целокупната настава. Истото важи и за наставата по биологија, каде употребата на веб-анимација може значително да ја олесни наставата и да овозможи полесно предавање на комплексните наставни содржини. Со соодветна примена на веб-анимацијата може да се постигнат значителни резултати во поглед на поттикнување на мисловните процеси кај учениците, развивање на креативноста и поттикнувањето на љубовта кон природните науки, имено кон биологијата. Веб-анимацијата е моќна алатка, која, ако се примени правилно, може да донесе многу бенефити за учениците и да помогне при визуелизацијата на комплексните биолошки процеси. Постојат голем број на квалитетни, детални анимации кои носат голем потенцијал за подобрување на наставата по биологија.

Клучни зборови: *модерно образование, настава по биологија, веб-анимација, мисловен процес, високо ниво на размислување*

APPLYING WEB-ANIMATION IN TEACHING BIOLOGY AND ENCOURAGING STUDENTS' THINKING IN THE PROCESS OF LEARNING BIOLOGICAL CONCEPTS

Snezana Stavreva Veselinovska

Faculty of Educational Sciences, Goce Delcev University, Stip, Macedonia

snezana.veselinovska@ugd.edu.mk

Abstract

Modern society brings indisputable changes in every aspect of living, and education is one of the most important aspects. A well-prepared student is a base for a healthy, prosperous society. The modernization of education in the Republic of Macedonia in terms of a computer for every child enables the incorporation of new, innovative methods in the overall education. The same goes for education in biology, where the implementation of web-animations can significantly improve the education and enable easier teaching of complex educational content. With appropriate application of web-animation, significant results can be obtained in terms of incitement of mental activities, development of creativity, and incitement of love towards natural sciences, namely biology. Web-animation is a powerful tool that, when applied adequately, can bring many benefits for pupils, and can help with the visualization of complex biological processes. There is a great deal of high-quality, detailed animations that contain a high potential for improvement of biology teaching.

Keywords: modern education, biology teaching, web-animation, thinking process, higher level thinking.

1. Вовед

Модернизацијата на образованието, вметнувањето на нови, подобрени методи и следењена новитрендови, зголемувањена хоризонтитена наставниците, сите овие фактори се важни за постигнување на ултимативната цел – врвно образование и одлично образовани ученици. Затоа што образованието е основа на здравото, модерно и напредно општество, а денешните ученици се идните научници, инженери, доктори, водачи и столбови на општеството.

Но, како да се следи модернизацијата на општеството и како променливите трендови да се применат во модернизирањето на наставата по биологија? Како да се поттикнат учениците, да се поткрене ентузијазмот кон наставата по биологија и како да се поткрене целокупниот квалитет на наставата по биологија?

Во Република Македонија образованието на учениците претрпе многу фундаментални промени во последните неколку години. Но, промените не се секогаш позитивни, и во многу наврати, се случиле негативни промени, а ултимативната цена ја плаќаат децата со намалувањето на квалитетот на образованието со кое се добиваат.

И покрај општата модернизација на образованието во Република Македонија во форма на компјутер за секое дете, многу пати не се исполнуваат очекувањата за подобрување на квалитетот на наставата. Ова особено се рефлектира во училиштата каде образовниот кадар е од постарата генерација, каде наставниците се релативно незаинтересирани за модерните технологии и нивна активна примена во наставата по биологија и другите природни науки. Но, без разлика на причините, мора да се случат промени и прифаќање на модерните технологии во образованието, особено заради поттикнувањето на креативноста и критичкото мислење на учениците, како и за подобрувањето на целокупниот квалитет на образованието и подготвеноста на учениците за самостојното размислување и здобивање со соодветно знаење за продолжување на понатамошното образование.

Во оваа дипломска работа ќе разгледаме начини на подобрување на квалитетот на наставата по биологија, со посебен осврт на примената на WEB-апликација во наставата по биологија, како и начините на кои може да се поттикнат мисловните процеси кај учениците и да се подобри усвојувањето на биолошките термини.

Исто така, ќе претставиме еден наставен час по биологија каде анимирано видео со тематска содржина ќе има главно место во целиот процес, и практичен пример како би се одвивал овој час.

2. Методи и техники на истражувањето

Истражувањето за да се подготви овој труд беше аналитичко, со истражување и анализа на повеќе трудови чија тематика е токму квалитетот на образованието, поттикнувањето на мисловните способности на учениците, начини за поттик на креативноста кај учениците, како и примената на модерните технологии во образованието и подобрувањето на наставата со помош на модерни техники и технологии.

Овде се употребени примери од општата настава по биологија која се применува во нашите училишта, како пример на кој може да се работи понатаму и да се развива подобро, помодерно и поорганизирано образование.

3. WEB-анимацијата во улога на образовна техника

Анимацијата зема се поголема и поважна улога во образовниот процес. Секако, со распространувањето и вметнувањето на компјутерите во училниците, станува се полесно да се применуваат анимации за подобрување на образовниот процес, како и олеснување на наставата, подигнување на квалитетот на наставата и полесно објаснување на комплицирани лекции и поедноставување на наставниот процес.

Токму оваа особина е тоа што е привлечно и што може да најде соодветна примена во образованието. Кратки анимирани видеа можат да објаснат лекција многу поедноставно и подетално одошто класичниот начин на дескриптивно објаснување од страна на професорот кон учениците.

3.1. **Можности кои ги дозволува WEB-анимацијата во образованието**

Изреката дека една слика вреди илјада зборови е апсолутно точна, но овде може да се примени уште посоодветната изрека. Ако сликата вреди илјада зборови, тогаш видеото е бесценето. Ова се објаснува многу едноставно, една слика може да содржи релативно мал, ограничен број на информации. Но едно, иако кратко видео, може да содржи огромен број на информации, и да покаже јасни детали кои инаку би биле многу комплицирани и долготрајни за објаснување.

WEB-анимациите имаат многустрана примена во образованието. Овде ќе наброиме само дел од можностите кои ги дозволува употребата на WEB-анимација во наставата по биологија.

- **Мулти-сензорна настава**

Со употреба на анимација во образовниот процес, се овозможува мулти-сензорна настава за учениците. Видео-анимацијата е најчесто придружена со соодветен звук, така што учениците добиваат аудио-визуелна стимулација. Учениците ќе го видат анимираното објаснување, и ќе го чујат соодветниот звук и ќе можат соодветно да разговараат за тоа што го виделе и слушнале.

Со нагласување на клучните моменти со соодветен звук се задржува вниманието на учениците на особено важните делови во лекцијата. Анимацијата може и да не содржи звук туку да биде раскажувана од самиот наставник и на тој начин да служи како дополнителна алатка за подоврзување на квалитетот на наставата по биологија.

- **Детално објаснување на комплексни лекции**

Многу пати наставата по предметот биологија е релативно комплексна и може да биде конфузна, особено за учениците од пониските одделенија. Употребата на анимации во наставата релативно многу го олеснува објаснувањето на комплексните лекции, при што учениците можат јасно да видат за што се работи во лекцијата.

Но, овде мора да нагласиме дека употребата на анимација може и да го намали квалитетот на наставата, ако се употребат некомплетни, лошо изработени или анимации со субстандарден квалитет и недоволно информации.

- **Лесно се задржува вниманието на учениците**

Многу пати наставниците се жалат дека учениците зборуваат меѓу себе, не ги почитуваат правилата за однесување и предизвикуваат немир на часот. Со

употреба на соодветни анимации, лесно се задржува вниманието на учениците и не се дозволува разговор меѓу учениците и непочитување на редот и мирот во училницата.

- Се поттикнува креативноста на учениците

Креативноста на учениците не може да се предизвика насила. Затоа наставниците треба да изнајдат соодветни начини како да ја побудат креативноста и да ги вклучат учениците да учествуваат активно во наставата по биологија. Со употреба на анимации во наставата, се буди креативноста со помош на визуелната претстава на релативно апстрактни теми.

Учениците се навикнати да гледаат анимации и видеа дома, и кога на училиште ќе видат лекција со помош на веб-анимација, тие неминовно ќе бидат импресионирани и ќе го запамтат тоа што го виделе. Со помош на визуелната стимулација, учениците се секако поттикнуваат на фантазија и на креативни размислувања.

- Се побудува дискусија со учениците

По завршување на анимацијата, најголем дел од учениците најчесто се импресионирани од анимацијата, и се ентузијастички настроени кон одговарање на прашањата од наставникот. На тој начин лесно може да се развие конструктивна дискусија која јасно ќе го отслика нивото на знаење на ученикот како и насоката на која ги наведува гледањето на анимацијата.

Исто така, наставникот може да организира квиз со прашања за тоа што научиле учениците од анимацијата и да провери дали анимацијата навистина има поситивна улога во образовниот процес.

- Се предизвикува критичко мислење кај учениците

Со поттикнување на дискусија помеѓу учениците, наставникот може лесно да го процени степенот на знаење на учениците, како и да одлучи на која насока треба да се насочи секој од учениците поодделно. Со конструктивна дискусија се поттикнува критичкото мислење на учениците, како основа на понатамошното образование и воопшто, во понатамошниот живот на ученикот.

- Учениците полесно се осмелуваат да постават прашања

Многу пати сувопарното објаснување на некоја комплексна лекција по биологија ги остава учениците збунети и тие имаат потреба од понатамошно објаснување. Но, заради разни причини, не се осмелуваат да постават прашања. Откако учениците ќе ја изгледаат анимацијата, тие се посклони кон поставување на прашања бидејќи визуелното претставување на наставните содржини е многу подобар начин на претставување на наставните содржини. Учениците полесно се охрабруваат на комуникација и дискусија после визуелно претставување на лекцијата.

- Наставникот може да „здивне“ неколку минути

Наставничката професија е релативно тешка, но многу благородна. Секојдневното справување со релативно голем број на ученици може да ги преоптовари наставниците, и неколкуте минути кога целото внимание на учениците е насочено кон гледањето на анимацијата се добредојдени за наставникот да може да „здивне“ и да си ги „освежи“ мислите, за да може да продолжи со часот и со одговарањето на прашањата на учениците.

Начини на примена на анимација во наставата по биологија

Наставниот план и програма по биологија многупати не се во чекор со модернизацијата на технологијата и со навиките, очекувањата и способностите на учениците. Учениците дома најчесто имаат достапност на телевизија, компјутер и интернет пристап, и се навикнати да гледаат видео или анимации како филмови, цртани филмови или се почесто YouTube видеа. Секако, како деца, сите сакаат да гледаат цртани филмови, кои несвесно ги поставуваат очекувањата на децата. Со почетокот на образованието, децата се ставаат во училишна клупа и од нив се очекува да седат мирни, да го слушаат наставникот и да учат со релативно застарени наставни помагала кои се во комплетна спротивност со нивните очекувања.

Многу голем број на ученици додека да започнат со формалното образование веќе знаат како да ракуваат со мобилен телефон, знаат како да пуштат цртан филм на телевизија и знаат да пребаруваат работи по интернет. Сигурен начин за промена и унапредување на заостанатите наставни методи е имплементацијата на модерни техники и технологии во наставата. Еден начин на кој може да се подобри наставата по биологија е употребата на техники кои се блиски до учениците: компјутер, аудио и видео презентации, употреба на соодветни анимации итн.

Бидејќи наставата по биологија може да биде многу апстрактна и тешка за учениците, воведувањето на анимации значително ја поедноставува, ја олеснува и овозможува учениците полесно да го совладаат материјалот. Соодветните анимации овозможуваат учениците полесно да ги визуелизираат комплицираните биолошки процеси, како и разбирањето на процесите кои е тешко да се објаснат со сатички слики.

Во поглед на поедноставување на наставата, како и зголемувањето на степенот на знаење на учениците, анимацијата има клучно значење.

Анимациите и симулациите во наставата по биологија го овозможува задржувањето на вниманието на учениците, особено во поглед на следните фактори:

- Полесно објаснување на биолошките процеси – анимацијата овозможува некој комплициран процес лесно да се објасни и да се види, наместо теоретски да се објаснува со часови

ПРИМЕНА НА WEB-АНИМАЦИЈА ВО НАСТАВАТА ПО БИОЛОГИЈА И
ПОТТИКНУВАЊЕ НА МИСЛОВНИТЕ СПОСОБНОСТИ КАЈ УЧЕНИЦИТЕ ВО
ПРОЦЕСОТ НА УСВОЈУВАЊЕ НА БИОЛОШКИТЕ ПОИМИ

- Повисок степен на детали – сликите како наставни помагала се одлични, но динамичните процеси полесно се објаснуваат со помош на движечки слики
- Објаснување на недоразбирања – сите нејасни процеси полесно се гледаат на анимирано видео
- Објаснување на одделни деловите/настани во еден биолошки процес – може да се види како се одвива секој динамичен процес
- Боја/текстура на површини – соодветно може да се претстават површините и бојата на органите и ткивата и да се види како се одвиваат „во живо“
- Ред и распоред на елементи во еден биолошки процес – сите биолошки процеси се одвиваат по одреден редослед кој лесно може да се види на веб-анимација без да постои ризик од забуна кај учениците
- Време потребно за одвивање на биолошкиот процес – може да се претстави времето потребно за одвивање на процесите за да се разберат во целост
- Релативна и апсолутна големина – со помош на анимација лесно може да се претстават релативните и апсолутни големини на многу биолошки поими, како на пример движењето на бактериите и нивно размножување

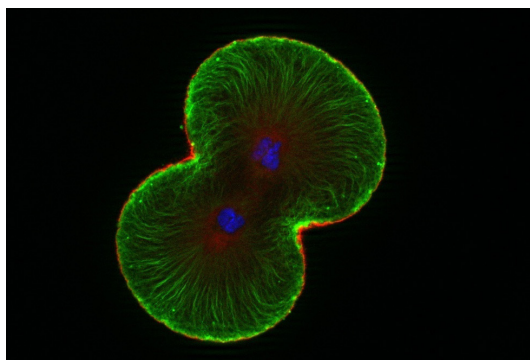
Овде ќе разгледаме еден класичен пример од наставата по биологија, каде употребата на анимација ќе го поедностави и олесни разбирањето на материјалот и полесно учење.

Кога се учи за делба на клетка, најчесто се употребуваат дијаграми или постери со слики на кои е претставена делбата на клетката во различни фази. Сето ова е во ред, но самиот процес на делба на клетка, како и сите други процеси во биологијата, се динамични и претставата со слики може да биде збунувачка и многупати нејасна за учениците.

Но, доколку се употреби соодветна анимација каде делбата на клетката се гледа континуирано, тогаш учениците можат многу лесно да го разберат и научат целиот процес.

На слика 1 е претставена митотска делба на клетка преку статични слики. Иако сликите се многу детални, тие се во можност да го одсликаат целиот динамичен процес на делба на клетка, туку покажуваат само „screenshots“ (статички претстави во еден момент од динамичкиот процес) од целиот процес.

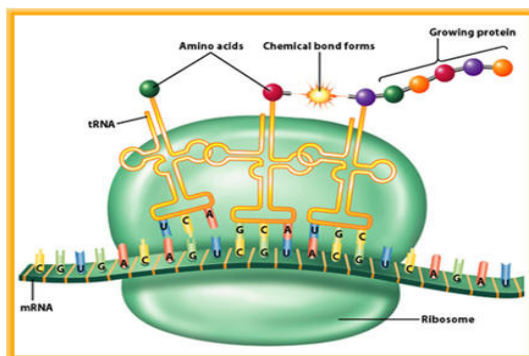
Но, истиот овој процес прикажан преку соодветна анимација заедно со соодветно објаснување многу лесно ја објаснува природата на процесот. На овој начин учениците многу полесно можат до го видат, разберат, научат и запаметат целиот процес на делба на клетка.



Сл. 1. Митотска делба на клетка (статичка слика)

Според истражувањата на Stith (2004), предавањето на наставата по биологија, особено во учењето на клеточните појави е значително олеснето со употреба на анимиран графички репрезентации наместо статички слики. Исто така, Stith (2004) заклучил дека вниманието на учениците е значително зголемено кога се предава со помош на модерни техники кои се поблиски до учениците и кога се употребуваат соодветни анимации. Ова е потврдено со помош на тестирање на учениците. На сите ученици му била претставена делбата на клетка со помош на статички слики. Но, на дел од учениците му била дополнително покажана и анимација каде појасно се гледа делбата на клетката. Учениците кои ја гледале анимацијата покажале значително повисоки резултати на тестирањето одошто учениците кои не ја изгледале анимацијата.

Истото ова е повторено и со студенти на факултет кои учеле комплексни лекции со синтеза на протеини. Нема да навлегуваме во детали од ова истражување, но ќе го споменам заклучокот: студентите кои учеле според класичниот начин со статички слики имале пониски резултати одошто учениците кои ја учеле оваа материја со помош на анимација на која јасно се гледа синтезата на протеините, „читањето“ на информациите запишани во ДНК и РНК (Сл.2).



Сл. 2. Синтеза на протени во рибозом

4. Начини на поттикнување на мисловните способности кај учениците и полесно усвојување на биолошките поими

Улогата на наставникот во животот на ученикот е повеќестрана. Наставникот треба да го насочи ученикот на вистинската насока, да му го пренесе потребното знаење и секако да го поттикне мисловниот процес на ученикот.

Поттикнувањето на мисловниот процес е особено важно за пренесување на потребното знаење и за полесно објаснување на наставниот материјал. Овде ќе разгледаме неколку начини на кои наставникот може да ги поттикне мисловните способности кај учениците, и особено да го олесни усвојувањето на биолошките поими.

- Употреба на аудио-визуелни помагала: WEB-анимации, постери, видео објаснувања...
- Поттикнување на учениците на дискусија за сите ново-научени биолошки поими
- Организирање на интерактивни квизови за проверка на знаењето со интерактивно вклучување на учениците
- Давање задачи на учениците кои ќе го поттикнат мисловниот процес: правење постери, дијаграми, инсектариум, хербариум
- Организирање на практична настава, настава во природа, лабораториска настава со практични примери, итн.

5. Пример за организација на час со употреба на веб-анимација

За полесно да го доловиме погоре објаснетото, во овој дел ќе изнесеме еден практичен пример за организирање на час по биологија и ќе го опишеме стандардниот тек на наставата и ќе го заклучиме овај дел со пример за употреба на веб-анимација. За целите на овој пример ќе ја земеме лекцијата за клетка и како би бил организиран час по биологија на кој се учи за клетката, ќе завршиме со нејзината делба.

Иако веб-анимација може да се употреби во многу аспекти во наставата при учење на клетка, ние овде ќе го разгледаме само делот за делба на клетка кој е лесно да се претстави со соодветна анимација.

5.1. Час по биологија: Клетка – теоретска настава

Часот по биологија каде се разгледува делбата на клетката би се одвивал според следниот наставен концепт:

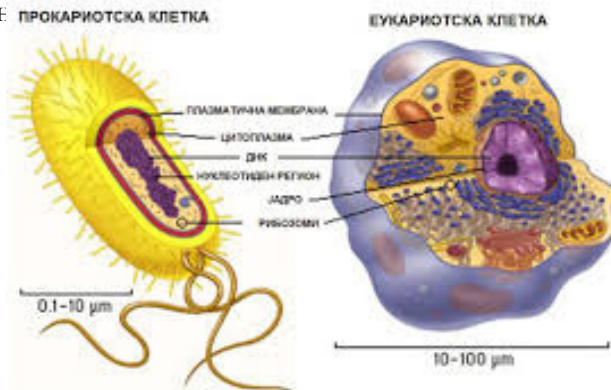
- Општо објаснување што е клетка
- Објаснување на еукариотска и прокариотска клетка
- Структура на клетка

- Растителна и животинска клетка
- Органели
- Јадро и делба на клетка

Според изнесениот концепт погоре, на наставниот час по биологија би се одвивала настава со чисто теоретско објаснување на сите погоре споменати поими.

- Клетката е основната градбена единка на сите живи организми. Клетките се одговорни за одржување на организмите во живот и за нивно нормално функционирање. Постојат многу голем број на различни клетки, но сите тие делат неколку заеднички карактеристики. Секоја клетка во себе содржи генетски материјал, цитоплазма и мембрана. Повисоко диференцираните клетки во себе содржат органели кои извршуваат специфични функции.
- Многу голем број организми во светот се изградени само од една клетка – едноклеточни организми. Ова се бактериите чиј организам е изграден од една клетка и сите нормални функции ги извршува една клетка (Слика 4).
- Една поделба на клетките е на прокариотски и еукариотски клетки. Прокариотските клетки немаат издиференцирано јадро и органели, генетскиот материјал е „расфрлан“ низ цитоплазмата, додека еукариотските клетки имаат добро дефинирано јадро и развиени органели. (Овде треба да објасни со помош на соодветни настани помагала – слики или макети-Слика 3.)

Во однос на објаснување на овој материјал на учениците, овој дел е релативно едноставен да се објасни преку теоретско објаснување и со помош на едноставни



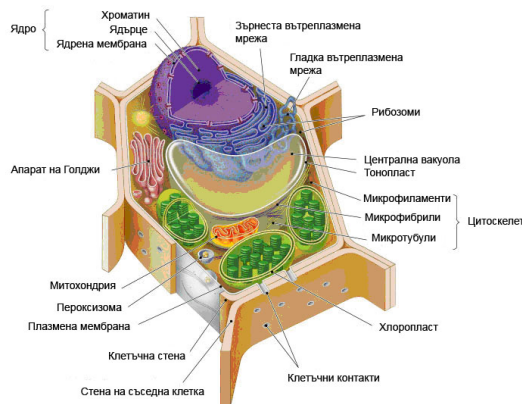
Сл. 3. Прокариотска клетка (лево) и еукариотска клетка (десно)



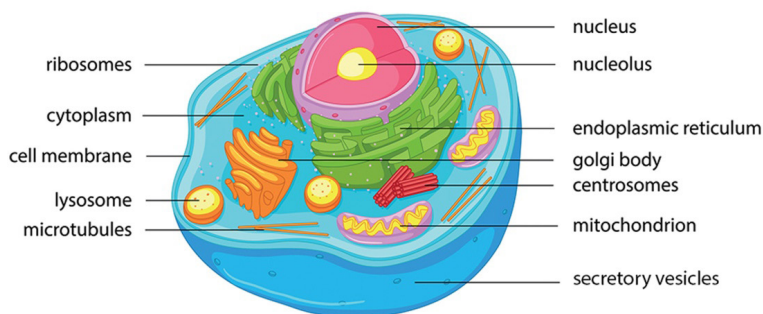
Сл. 4. Бактери на кои јасно се гледаат пили (ресички) и флагелум (опашка)

За продолжување на часот по биологија на кој се предава за клетка, наставата треба да продолжи со објаснување на големините на прокариотските и еукариотските клетки.

- Еукариотските клетки се околу петнаесет пати пошироки од обична прокариотска клетка, и можат да бидат и до илјада пати поголеми по волумен. Големината на прокариотска клетка е околу 1-10 μm а големината на еукариотска клетка е од 10-100 μm . (За да е појасно, пожелно е да се направи споредба помеѓу големините.)
- Објаснување на заедничките карактеристики на прокариотска и еукариотска клетка: мембрана, цитоплазма и генетски материјал, како и органели. (Овој дел мора да се објани со помош на наставни помагала, слики или макети – Слика 3.)
- Подлабоко објаснување на еукариотска клетка: сите растенија, животни, габи, алги, и протозои се изградени од еукариотски клетки (Слика 5).
- Еукариотските клетки се делат на растителни и животински. (Ова објаснување мора да се дополни со слика или макета – Слика 5 и Слика 6 се примери каде што јасно се гледаат фундаменталните разлики помеѓу растителна и животинска клетка.)



Сл. 5. Растителна клетка



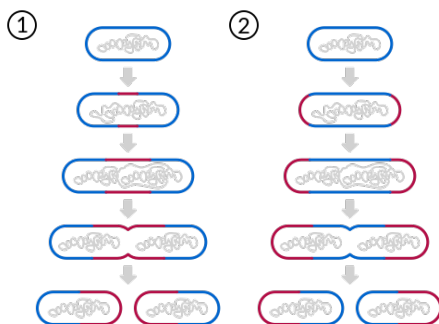
Сл. 6. Животинска клетка

На сликите 5 и 6 јасно се гледаат сите разлики помеѓу растителната и животинската клетка. Наставникот може да ги праша учениците што забележуваат, што е различно меѓу овие два вида клетки и да се организира квиз на знаење. Можат да се стимулираат учениците да направат цртежи од растителна и животинска клетка со што се стимулира интересно учење, како и повторување на материјалот.

Со поставување на прашања се поттикнува мисловниот процес кај учениците, се тераат на логичко размислување, а не само на препознавање и погодување.

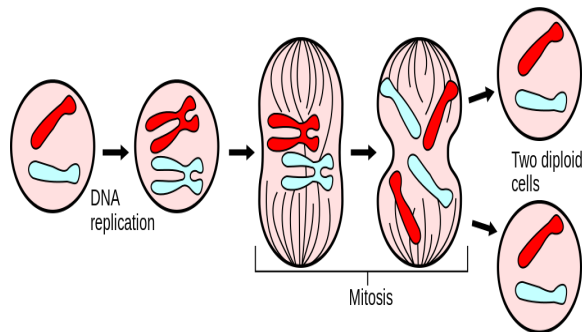
5.2. Делба на клетка – теоретска и практична настава

Следен аспект кој треба да се покрие за време на часот кога се учи за клетка е размножувањето на клетките. За соодветно објаснување на овој процес може да се употребат неколку различни начини. Овој дел од наставата е особено интересен за учење, бидејќи може, со релативно едноставни помагала како микроскоп, учениците јасно да го видат целиот процес.

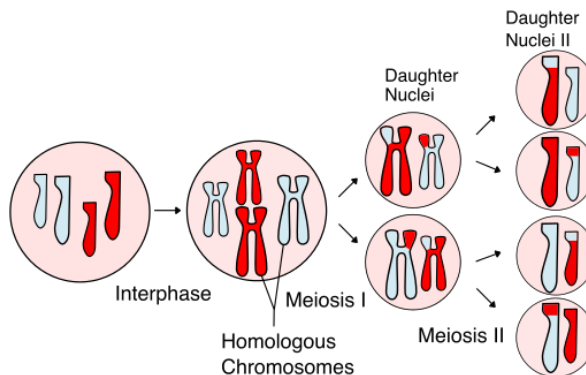


Сл. 7. Проста делба на бактерии

- Прокариотските клетки се размножуваат со проста делба. Проста делба на бактерии најлесно се објаснува со помош на слика, дијаграм (Слика 7) или преку анимирано видео.
- Еукариотските клетки се размножуваат преку делба – митоза и процес на мејоза (Слика 8 и слика 9). Овде треба да се објаснат процесите на митоза и мејоза во повеќе детали, и да се објасни што се случува со генетскиот материјал.
- Исто така треба да се објасни што се добива при митотска делба, а што се добива при мејотска делба на клетката: при митоза се добиваат две клетки со ист број на хромозоми како родителот (Слика 8).
- При мејотска делба се добиваат четири клетки, секоја со половина од бројот на хромозоми како родителот (Слика 9).
- Овде треба да се објасни кои клетки се делат со митотска, а кои со мејотска делба.



Сл. 8. Митотска делба на клетка



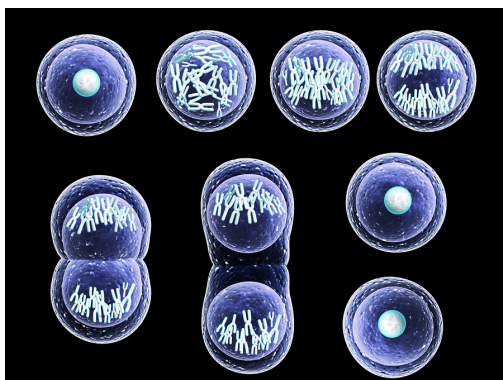
Сл. 9. Мејотска делба на клетка

Секако, многу полесен начин да се поедностави наставата по биологија е да се употребат соодетни анимации за лекциите за кои тие би биле соодветни. Има дел од наставата за кој не се потребни анимации и едноставна слика или дијаграм лесно може да ја објасни суштината на материјалот.

Но, постојат многу лекции за кои употребата на соодветна анимација е благодет кој ќе овозможи поедноставно објаснување на комплексните биолошки процеси и темрини и ќе го поттикне мисловниот процес кај учениците.

На слика 10 се претставени неколку “screenshots” од анимација која може да се употреби во наставата по биологија.

Секако, квалитетот на наставата зависи од квалитетот на веб-анимацијата и количината на информации кои таа го носи. Има голема разлика од анимација која е направена само за да го задржи вниманието на учениците, и онаа направена на едукативен начин и покрај забавниот дел содржи мноштво корисни и точни информации.



Сл. 10. Screenshot од анимација за делба на клетка

6. Заклучок

Од досега изнесеното, можеме да заклучиме дека наставата по биологија во училиштата во Република Македонија може да има огромен бенефит од примената на WEB-анимации. Соодветните анимации во наставата по биологија можат да бидат одлична алатка за поттикнување на мисловниот процес на учениците, да се поттикнат да поставуваат прашања, да се вклучуваат во дискусии за биолошките поими кои се збунувачки и нејасни. Секако, за полесно поттикнување на мисловните способности и зголемување на заинтересираноста на учениците за наставата по биологија, наставниците треба да изнајдат соодветна мотивација и да ги вклучат учениците во наставата.

7. Литература

- [1] Веселиновска, С., Поттикнување на мисловните активности и креативноста на учениците во процесот на нивното активно вклучување во наставата по природни науки, Факултет за образовни науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип
- [2] Цацков, К., Јованова-Митковска, С., Методика на Наставата по Природа и Наставата по Општество, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, 2013, стр. 124
- [3] Pinsky, L., Wipf, J., A Picture is Worth a Thousand Words, PMC, 2000 (достапно на интернет на <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1495618/>)
- [4] International Journal of Information and Education Technology, Vol. 3, No. 3, June 2013, 286-289 (достапно на интернет на: <http://www.ijiet.org/papers/282-JR112.pdf>)
- [5] 8th Conference on Informatics and Information Technology with International Participation (СИТ 2011), 177-181, (достапно на интернет на: <http://ciit.finki.ukim.mk/data/papers/8CiiT/8CiiT-38.pdf>)
- [6] Lowe, R.K. (2004). Interrogation of a dynamic visualization during learning. *Learning and Instruction*, 14, 257-274.
- [7] Pruneski, J., Donovan, S., The use of animations in undergraduate biology education: Going beyond the content, University of Pittsburg, Pittsburg, PA, 2011 (достапно на интернет на: <http://www.pitt.edu/~sdonovan/lab/products/POGIL%20animation%20poster2.pdf>)
- [8] O'Day, D., The Value of Animations in Biology Teaching: A Study of Long-Term Memory Retention, PMC, 2007 (достапно на интернет на: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1964525/>)
- [9] Stith, B. J., Use of Animation in Teaching Cell Biology, *Cell Biol Educ*, 2004, 3:181-188 (достапно на интернет на: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC520841/>)
- [10] McClean P., Johnson C., Rogers R., Daniels L., Reber J., Slater B. M., Terpstra J., White A., Molecular and cellular biology animations: Development and Impact on Student Learning, *Cell Biol Educ*. 2005; 4:169-179 (достапно на интернет на: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1103718/>)