VALORIZACIJA UČINAKA MULTIMEDIJSKIH TEHNIKA PRI UČENJU U VETERINARSKOJ MEDICINI

Hrastnik, Alen

Scientific master's theses / Magistarski rad

2012

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:178:690951

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Veterinary Medicine - Repository of PHD, master's thesis

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

EKONOMSKI FAKULTET U ZAGREBU

ALEN HRASTNIK

VALORIZACIJA UČINAKA MULTIMEDIJSKIH TEHNIKA PRI UČENJU U VETERINARSKOJ MEDICINI

MAGISTARSKI RAD

ZAGREB, 2012.

1. PODACI I INFORMACIJE O MAGISTRANDU

Prezime i ime **HRASTNIK ALEN**

Datum i mjesto rođenja **5. 8. 1971.**

Naziv završenog fakulteta i godina diplomiranja **VETERINARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU, 1997.**

1.1. PODACI O MAGISTARSKOM RADU

1. Vrsta studija: (a) **znanstveni** b/stručni
2. Naziv studija **INFORMATIČKI MANAGEMENT**
3. Naslov magistarskog rada **Valorizacija učinaka multimedijskih tehnika pri učenju u veterinarskoj medicini**
4. UDK: (popunjava knjižnica) _____
5. Fakultet na kojem je rad obranjen **EKONOMSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

1.2. POVJERENSTVA, OCJENA I OBRANA RADA

1. Povjerenstvo za ocjenu podobnosti teme
   1. **prof.dr.sc. BOŽIDAR KLIČEK**
   2. **prof.dr.sc. MIRJANA PEJIĆ BACH**
   3. **prof.dr.sc. IVAN STRUGAR**
2. Datum prihvaćanja teme **25. 10. 2005.**
3. Mentor: **prof.dr.sc. BOŽIDAR KLIČEK**
4. Povjerenstvo za ocjenu rada
   1. **prof.dr.sc. MIRJANA PEJIĆ BACH**
   2. **prof.dr.sc. BOŽIDAR KLIČEK**
   3. **prof.dr.sc. IVAN STRUGAR**
5. Povjerenstvo za obranu rada:
   1. **prof.dr.sc. MIRJANA PEJIĆ BACH**
   2. **prof.dr.sc. BOŽIDAR KLIČEK**
   3. **prof.dr.sc. IVAN STRUGAR**
6. Datum obrane rada: **20. 12. 2012.**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

EKONOMSKI FAKULTET U ZAGREBU

PDS INFORMATIČKI MANAGEMENT

ALEN HRASTNIK

VALORIZACIJA UČINAKA MULTIMEDIJSKIH TEHNIKA PRI UČENJU U VETERINARSKOJ MEDICINI

MAGISTARSKI RAD

ZAGREB, 2012.

Zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Božidaru Kličeku na stručnoj pomoći tijekom pisanja i oblikovanja ovog rada.

Također zahvaljujem Veterinarskom fakutetu Sveučilišta u Zagrebu koji mi je omogućio pohađanje ovog poslijediplomskog studija i provedbu istraživanja.

Ujedno zahvaljujem svim kolegama na stručnim savjetima.

SADRŽAJ

1. UVOD ... 1

1.1. Obrazloženje rada ... 1
1.2. Ciljevi i hipoteze rada ... 2
1.3. Očekivani znanstveni doprinos ... 3
1.4. Dispozicija rada ... 3

2. PROCES POUČAVANJA I UČENJA ... 4

2.1. Ključni čimbenici u prijenosu znanja ... 4
2.2. Karakteristike i načini učenja ... 6
2.2.1. Bihevioristička teorija ... 6
2.2.2. Kognitivna (spoznajna) teorija ... 8
2.2.3. Teorija konstruktivizma ... 15
2.2.4. Prednosti i nedostaci pojedinih pristupa učenju pomoću multimedijskih tehnika ... 17
2.2.5. Stilovi učenja ... 18
2.3. Pomagala pri poučavanju i učenju ... 19
2.4. Povijest učenja pomoću računala ... 20
2.5. Temelji i razvoj interaktivne multimedije ... 25

3. POUČAVANJE U VETERINARSKOJ MEDICINI ... 32

3.1. Cilj, metode i nastavni program ... 32
3.2. Uporaba multimedije u poučavanju veterinarske medicine ... 33
3.3. Primjeri programskih rješenja za učenje pomoću računala ... 37
3.3.1. The Glass Horse ... 37

4. MATERIJAL I METODE ... 41

4.1. Skupine ispitanika ... 42
4.2. Metode pripreme nastavnog gradiva ... 42
4.2.1. Priprema nastavnog materijala klasičnom metodom ... 43
4.2.2. Priprema nastavnog materijala multimedijskom metodom ... 43
4.3. Učenje, provjera znanja i anketa ispitanika ... 45
4.4. Prikaz troškova poučavanja klasičnom i multimedijskom metodom ... 46
4.5. Statistička obrada podataka ... 46

5. REZULTATI I RASPRAVA ... 47

5.1. Rezultati provjere znanja nakon učenja iz nastavnih materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom ... 47
5.2. Usporedba isplativosti uporabe klasične ili multimedijske metode u procesu poučavanja ... 49
5.3. Sagledavanje vlastitih rezultata s rezultatima istraživanja drugih autora ... 50
5.4. Tumačenje rezultata u kontekstu postavljenih hipoteza istraživanja ... 55

6. ZAKLJUČAK ... 57

7. POPIS OZNAKA I KRATICA ... 58

8. POPIS TABLICA, GRAFIKONA I SLIKA ... 59

9. LITERATURA ... 60

10. SAŽETAK ... 65

11. KLJUČNE RIJEČI ... 67

12. PRILOZI ... 68

13. ŽIVOTOPIS ... 97

1. UVOD

1.1. Obrazloženje rada

Poučavanje i učenje važne su aktivnosti koje prate razvoj ljudskog društva u cjelini. Značenje tih aktivnosti ogleda se ponajprije u činjenici da se prijenos i usvajanje postojećeg znanja koriste za primjenu u svakodnevnom radu ali su i podloga za stvaranje novog znanja. Stoga je razvoj metodologije učenja, počevši od primitivnih zajednica do današnjih dana, od izuzetne važnosti za opstanak čovjeka.

Koncept učenja tijekom vremena temeljito se promijenio. U njegovoj biti nije više samo prenošenje činjenica prema učeniku ili pasivno čitanje udžbenika, već se uporabom novih tehnologija povećava interaktivnost, uče informacije na prirodan način te se kao konačni rezultat olakšava usvajanje znanja. Učenje na daljinu, problemski orijentirano učenje te internetsko-virtualno sveučilište, samo su neki od oblika obrazovanja u kojima se pomažemo informatičkom tehnologijom. Razlog je u činjenici da su ove tehnologije kontinuiranim razvojem i sve većom organiziranošću postale pristupačne cijenom i dostupnije pojedincu.

Učenje pomoću računala danas se primjenjuje u svim područjima ljudske djelatnosti. To nameće potrebu stalnog usavršavanja tehnika i protokola prijenosa znanja što postaje jednim od ključnih pitanja u sveučilišnim krugovima, poglavito uvažavajući globalizaciju obrazovanja.

Stalno preispitivanje dizajna i primijenjenih obrazovnih metoda važno je za učinkovito svladavanje gradiva. U Republici Hrvatskoj postoji tendencija primjene novih tehnologija u obrazovanju na svim razinama (Anonymous, 2001b). Unatoč tim stremljenjima, računala se u edukaciji ne primjenjuju u dovoljnoj mjeri. Među glavnim razlozima su slaba infrastrukturna podloga, nedovoljno poznavanje prednosti novih tehnologija, niska razina informatičke pismenosti te inertnost mogućih sudionika u ovom procesu (Anonymous 2001b; 2010a).

Biomedicinske znanosti, a u okviru njih i veterinarska medicina, specifične su po tome što traže usvajanje velikog broja činjenica o različitim bolestima. Ranije korištene tehnike ne pružaju zadovoljavajuće mogućnosti povezivanja tekstualnog, slikovnog i drugih multimedijskih prikaza gradiva. Stoga studenti najčešće gradivo doživljavaju kao nametnuti niz činjenica koje je uz napor potrebno upamtiti, a ne kao izazov koji će ih potaknuti daljnjem proučavanju i drugih izvora znanja osim onog pruženog (Anonymous, 2002b). Multimedijske tehnologije svojim načinom organiziranja i prikaza podataka imaju upravo te karakteristike. Osim toga, u uobičajenom tijeku obrazovnog procesa nije uvijek moguće predočiti sve oblike, ponekad rijetkih slučajeva bolesti, što je uz pomoć

informatičkih tehnologija znatno olakšano. Informatičke tehnologije, osim toga, pružaju i mogućnost umanjenja troškova pripreme i izvođenja nastave. Veći fiksni troškovi vezani uz nabavku i korištenje opreme te nadoknadu autorskih prava za računalne programe mogu u početku obeshrabriti organizatora takvog oblika nastave. No, uštede koje nastaju zbog dostupnosti gradiva većem broju studenata te lake izmjene, nadogradnje i umnožavanja edukativnih materijala, multimedijsko poučavanje često čine isplativijim.

1.2. Ciljevi i hipoteze rada

Uvažavajući spoznaje iznesene u obrazloženju rada kao ciljeve istraživanja postavili smo:

1. Pripremiti prezentaciju dviju tematskih jedinica koje se poučavaju u redovitom nastavnom programu za doktora veterinarske medicine koristeći se klasičnim i multimedijskim metodama.
2. Utvrditi razlike u uspješnosti usvajanja znanja između studenata koji su učili iz materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom.
3. Utvrditi ekonomsku isplativost pripreme nastavnog gradiva klasičnim i multimedijskim metodama.
4. Analizirati dojmove studenata nakon što su učili iz materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom.

Pri postavljanju ciljeva krenuli smo od slijedećih hipoteza:

1. multimedijski sadržaji čine prezentirano gradivo pristupačnijim i zanimljivijim, a u pripremi i izvođenju isplativijim,
2. studenti (veterinarske medicine) na provjeri znanja postižu bolji uspjeh ako su pri učenju koristili multimedijsku prezentaciju gradiva,
3. primjenom određenih multimedijskih rješenja ostvaruju se bolji rezultati u edukaciji što se može objasniti preko specifičnosti gradiva na studiju veterinarske medicine.

1.3. Očekivani znanstveni doprinos

Ovim magistarskim radom očekujemo dati doprinos spoznajama o mogućnostima izvedbe, prednostima i ekonomskoj opravdanosti multimedijskih tehnologija u obrazovanju, posebice u biomedicinskim znanostima.

1.4. Dispozicija rada

Rad problematizira učinke multimedijskih tehnika u poučavanju. Polazno stajalište je da multimedijske tehnike doprinose većoj pristupačnosti i zanimljivosti nastavnog gradiva, a u njegovom izvođenju boljoj isplativosti nastavnog procesa.

U pregledu dosadašnjih spoznaja bit će izneseni ključni čimbenici u prijenosu znanja te spoznaje o karakteristikama i načinima učenja s posebnim naglasom na biheviorističu, kognitivnu i teoriju konstruktivizma. Istaknut će se prednosti i nedostaci korištenja multimedije u pojedinim pristupima, uvažavajući povijesni pregled pomagala pri poučavanju i učenju, a posebno će biti obrađeno uvođenje računala kao i razvoj interaktivne multimedije. S obzirom na postojanje različitih znanstvenih područja i predmeta poučavanja, u radu ćemo se usredotočiti na poučavanje u veterinarskoj medicini kao dijelu biomedicinskih znanosti. U tom kontekstu bit će prikazani ciljevi, metode i nastavni program koji se provodio na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, te osvrt na uporabu multimedije i primjer programskog rješenja koji se može koristiti za učenje pomoću računala.

U vlastitom radu najprije će biti definirane skupine ispitanika unutar redovitih studenata veterinarske medicine, a zatim će se definirati razlike u pripremi nastavnog materijala klasičnom metodom i multimedijskom metodom. Nadalje, precizirat će se uvjeti pod kojima će se analizirati učinci dvije različite metode učenja. Također, definirat će se uvjeti provjere znanja te anketiranja ispitanika s obzirom na stavove prema učenju uz pomoć multimedijski pripremljenih nastavnih materijala.

Isplativost uporabe multimedijskih metoda analizirat će se usporedbom troškova koji nastaju tijekom pripreme nastavnih materijala i provođenjem nastave klasičnom metodom ili uz uporabu multimedijskih metoda.

Utvrđeni rezultati bit će prikazani tablicama i grafikonima, a njihovo tumačenje sagledat će se u kontekstu dostupnih rezultata istraživanja drugih autora.

U zaključku, iznijet će se sažeti osvrt na postavljene ciljeve i hipoteze, ispitanike i metodologiju istraživanja te konkretne tvrdnje koje proizlaze iz prihvaćenih ili odbačenih hipoteza.

2. PROCES POUČAVANJA I UČENJA

2.1. Ključni čimbenici u prijenosu znanja

Prijenos znanja, tj. učenje je proces koji traje čitav život. Odvija se u nekoliko oblika, a to su: formalno učenje, neformalno učenje i informalno učenje. Formalno učenje je ono učenje koje se provodi organizirano, prema razvijenom programu i rezultira priznanjem ili certifikatom (npr. školovanje) te učenik mora uložiti veliki napor da bi postigao uspjeh. Neformalno učenje je također organizirano učenje ali ne rezultira certifikatom. Informalno učenje je neplanirano (tzv. prirodno) učenje koje se događa spontano kao popratni učinak aktivnosti (Pastuović, 2001).

Kao mentalni proces, učenje se događa u nekoliko područja:

- u spoznajnom području se uče rješenja problema, dodatne pojedinosti, oblikuju kriteriji za procjenu rješenja
- u motoričkom području se uče novi pokreti kojima se obavljaju dotada nepoznate radnje
- u afektivnom području se stvaraju novi i mijenjaju postojeći stavovi, sustavi vrijednosti, estetske sklonosti i kriteriji, općenito odnosi privlačenja i odbijanja.

Iako vrlo važno, afektivno područje se u sustavima obrazovanja često zanemaruje dok se naglašavaju spoznajno i motoričko područje. Ipak, upravo afektivno područje utječe na ponašanje i sklonosti pojedinca koji ga navode prema učenju željenih znanja (Andrilović i Čudina, 1985).

Nakon što su informacije primljene i kasnije, pri njihovoj obradi, one mogu proći kroz tri procesa: proces učenja, proces pamćenja i proces zaboravljanja. Učenjem se mijenja ponašanje na osnovu neke aktivnosti ili se stječu nove mogućnosti ponašanja. Pamćenje slijedi nakon učenja i predstavlja zadržavanje onoga što se učilo, a posljedično i primjenu tog pohranjenog znanja. Uz te pozitivne procese postoji i proces zaboravljanja koji predstavlja gubitak informacija iz pamćenja. Neki autori smatraju da se, u biti, ne radi o gubitku pamćenja, već samo o slabljenju mogućnosti pronalaženja puta do pravih informacija koje su još uvijek pohranjene (Andrilović i Čudina, 1985).

Nova znanja se u mozgu grade prema načelu kontinuiteta, tj. razvijaju se prema već stečenim znanjima. Tako se na primjer novorođenčad ponaša prema naslijeđenim obrascima ponašanja i refleksima. Primajući informacije iz okolnog svijeta dijete na osnovi spomenutih bezuvjetnih refleksa stvara uvjetovane reflekse koji predstavljaju nova ponašanja. U kasnijem tijeku razvoja pojavljuje se potreba za spoznajom samog sebe i okoline tj. javlja se svijest. Ponašanja temeljena na osnovi refleksa se tada povezuju sa

svime što dijete spoznaje u svojoj okolini dovodeći do pojave svjesnog ponašanja. Na temelju tih ponašanja se grade složeniji obrasci koji oblikuju tzv. složena ponašanja koja predstavljaju najviši domet ljudskog učenja (Andrilović i Čudina, 1985)

Kao što smo već spomenuli, razlikujemo učenje bez namjere i namjerno tj. sustavno učenje. Nenamjerno učenje se još naziva slučajno, prigodno ili latentno učenje. To učenje je manje uspješno od namjernog, osobito iz razloga što ne dolazi do organiziranja informacija. Nenamjerno učenje se može pospješiti tako da se zadaci učine sličnim onim zadacima koji izazivaju sustavnu organizaciju. Postoji nekoliko vrsta nenamjernog učenja (Andrilović i Čudina, 1985):

- nehotična imitacija – radi se o nenamjernoj identifikaciji s nekom situacijom ili osobom
- latentno učenje – predstavlja promjenu u ponašanju koja se ne očituje jer za to ne postoji razlog. Čim se razlog pojavi, aktivirat će se i pohranjeno znanje.
- subperceptivno učenje – označava pamćenje vanjskih podražaja koji nisu svjesno zabilježeni iako su zadržani u mozgu.
- učenje u snu – je na granici nenamjernog i namjernog učenja.

Namjerno učenje pojavljuje se pri nekoj teškoći ili problemu, kada se model trenutačnog podražaja ne podudara s već prisutnim modelima u mozgu (pojavljuje se orijentacijski refleks koji potiče osobu na primanje novih informacija) (Andrilović i Čudina, 1985). Tada je primatelj informacije motiviran i spreman za prihvaćanje informacije. Nakon što je informacija primljena ona se obrađuje na različitim razinama: razumijevanje, odabir već postojećih reakcija, formiranje nove reakcije i pohranjivanje informacije. Razumijevanje se odnosi na povezivanje (asocijaciju) nove informacije s već postojećim informacijama prisutnim u živčanim strukturama. Izabiranje postojećih reakcija označava upotrebu gotovih rješenja iz postojećeg iskustva, što predstavlja olakšanje osobama koje već imaju veliko postojeće znanje (iskustvo). Pri formiranju nove reakcije, novi se obrazac stvara na temelju već postojećih ili se formira potpuno novi (što je znatno teže). Pohranjivanje informacije ili pamćenje jest prebacivanje sadržaja iz kratkotrajne u dugotrajnu memoriju. Samo prebacivanje se događa u slučajevima ponavljanja ili ako informacija ima emocionalnu vrijednost.

Nakon učenja se, nažalost, neke informacije zaboravljaju. Postoje tri teorije koje objašnjavaju fenomen zaboravljanja (Andrilović i Čudina, 1985):

- teorija slabljenja traga nam govori da trag slabi zato što se dovoljno ne iskorištava
- teorija inteferencije objašnjava da ne dolazi do slabljenja traga već do ometanja od strane drugih tragova
- teorija pogrešnog plana reprodukcije koja ističe da će, ako se pri dohvaćanju informacije ne koristi isti plan reprodukcije koji je stvoren pri učenju, doći do pogrešaka u prizivanju informacije.

2.2. Karakteristike i načini učenja

Ne postoje općeprihvaćena načela koja bi bila ujedinjena u jednoj teoriji učenja. Poimanje učenja kao i teorije o učenju mijenjali su se više puta tijekom 20. stoljeća. S vremenom su nastali brojni pristupi i dok se neki znanstvenici opredjeljuju za jedan, većini je prihvatljivija kombinacija više pristupa (Alessi i Trollip, 2001).

Sredinom 20. stoljeća spoznaja o učenju se temeljila na načelima biheviorističke psihologije. B. F. Skinner je zastupao teoriju prema kojoj se učenje može opisati kao promjena u vidljivom ponašanju uzrokovana događajima u okolišu (Alessi i Trollip, 2001). Kasnije je ta teorija napuštena zbog toga što ne priznaje neopažajne pojave tijekom učenja kao što su pamćenje i razmišljanje. Bihevioristički pristup, u šezdesetim godinama prošlog stoljeća, zamjenjuje spoznajna (kognitivna) psihologija koja naglasak stavlja baš na navedene pojave.

U osamdesetim godinama prošlog stoljeća pojavio se potpuno nov pristup– konstruktivizam. Dotadašnje teorije su polazile od činjenice da učenje predstavlja razumijevanje svijeta i pravila prema kojim on funkcionira. Pri tome se učenika smatralo praznom posudom u koju je potrebno "ulijevati" znanje, te se naglasak stavljao na učitelja. Teorija konstruktivizma se, suprotno tome, temelji na pretpostavci da nije važan stvarni svijet, već samo individualna percepcija toga svijeta. Prema toj teoriji, svaka osoba svijet doživljava na drugačiji, sebi svojstven način. Zadatak učitelja je da vodi učenika kroz proces stvaranja znanja promatranjem, upravljanjem i interpretacijom svijeta koji ga okružuje.

Kao i pri pojavi svake nove teorije niti ovu nisu prihvatili svi znanstvenici. Primjerice bihevioristi smatraju ovaj pristup neznanstvenim zbog toga što se temelji na nemjerljivim postavkama. Kognitivisti zastupaju mišljenje kako ova teorija predstavlja u većoj mjeri filozofiju nego znanost. Pristalice konstruktivizma naglašavaju da je znanost o poučavanju u velikoj opasnosti ako se i dalje bude zasnivala na starim teorijama. Ipak, vrlo je malo pristalica samo jedne teorije. Većina znanstvenika, kombinira spoznaje svih teorija u jedan integralni pristup (Alessi i Trollip, 2001).

Ukratko ćemo opisati svaku od navedenih teorija.

2.2.1. Bihevioristička teorija

Bihevioristička teorija se razvila početkom 20. stoljeća (Alessi i Trollip, 2001). Najvažnija početna istraživanja, koja su uključivala klasično uvjetovanje, obavili su znanstvenici I. Pavlov i E. Thorndike (Zarevski, 2002). Pavlov je pri istraživanju naslijeđenih refleksa, sasvim slučajno otkrio klasično uvjetovanje. Istraživao je

povezanost lučenja sline s davanjem hrane kod pasa. Pokus nikad nije uspijevao jer bi psi lučili slinu i prije donošenja hrane, čim bi čuli korake osobe koja ju donosi. Naime, psi su neutralni stimulans zvuka koraka povezali s hranom, koja je ekscitatorni podražaj za lučenje sline. Nakon toga su na sam zvuk koraka lučili slinu. U kasnijim pokusima je Pavlov uspješno povezao i zvuk zvonca s hranjenjem. Pri tome je prije hranjenja dan stimulans zvoncem te bi psi nakon vremena prilagodbe povezali zvuk zvona s hranjenjem i već na sam zvuk pojačano lučili slinu. Takvo izlučivanje sline Pavlov je nazvao uvjetovanom reakcijom, a podražaj koji ju je izazvao uvjetovanim podražajem (Zarevski, 2002). Na isti način i drugi refleksi i prirodna ponašanja koji se pojavljuju bezuvjetno, mogu postati uvjetovani ako se povežu s neutralnim stimulansom. Pri uvjetovanju je važno neutralni stimulans (zvuk zvonca) povezati s prirodnim stimulansom (prisutnost hrane). Ova teorija govori i da se učenje u ljudi može objasniti pravilom povezivanja s osnovnim ljudskim potrebama kao što su potreba za snom, hranom i sl. (Alessi i Trollip, 2001).

Drugi istraživač, E. Thorndike je ustanovio da se na proces učenja može utjecati uvođenjem nagrade i kazne. Definirao je zakon efekta prema kojem se ponašanje, koje želimo postići kao cilj učenja, pojavljuje češće ako je popraćeno pozitivnim posljedicama, a rjeđe ako je popraćeno negativnim posljedicama.

Američki psiholog B. F. Skinner je dodatno proširio navedena istraživanja uvodeći teoriju operantnog uvjetovanja, pri kojoj je učestalost pojave nekog ponašanja vezana uz posljedice koje to ponašanje ima za organizam (Zarevski, 2002). Važan pojam vezan uz ovu teoriju jest potkrepljenje, koje mijenja učestalost pojave odgovora. Potkrepljivači mogu biti pozitivni (npr. hrana) i negativni (npr. bol). Postoji povezanost učestalosti pojave ponašanja i potkrepljivača. Tako se:

- povisuje učestalost ponašanja koje je popraćeno pozitivnim posljedicama
- povisuje učestalost ponašanja ako se uklone negativne posljedice
- smanjuje se učestalost ponašanja koje prate negativne posljedice
- prekinu li se stimulansi koji su doveli do veće učestalosti ponašanja, ponašanje će se pojavljivati sve rjeđe

Istraživači su uočili i ovisnost trajanja pamćenja o učestalosti stimulansa koji pozitivno djeluje. Ako se stimulans učestalo primjenjuje, do prihvaćanja ponašanja će doći brže, ali će ono brže i nestati nakon ukidanja stimulansa. Suprotno tomu, primjenjuje li se stimulans povremeno, za prihvaćanje ponašanja će trebati dulje vrijeme, ali će ono biti duljega vijeka (Zarevski, 2002).

Usprkos očitim doprinosima, bihevioristička teorija više se ne primjenjuje pri istraživanju učenja. Razlog leži u činjenici da se postavkama ove teorije može objasniti samo jednostavno učenje. Kritičari ovog psihološkog pristupa navode kako se pri njegovoj primjeni negira učinak neopažajnih aspekata učenja kao što su razmišljanje, sjećanje, pamćenje i motivacija (Vimla et al, 2009).

2.2.2. Kognitivna (spoznajna) teorija

U posljednjoj trećini prošlog stoljeća bihevioristička teorija je počela gubiti na važnosti, te ju zamjenjuje teorija učenja uvidom, nastala na načelima spoznajne (kognitivne) psihologije (Alessi i Trollip, 2001). Ona se temelji na neopažajnim procesima, poput razmišljanja, razumijevanja, pamćenja, motivacije i pažnje. Kognitivistički pristup poučavanju postao je dominantan, te se većina današnjih školskih programa temelji upravo na njemu.

Rezultat kognitivnog učenja jest opće znanje. Tijekom procesa učenja, sve znanje koje prihvatimo ne koristimo odmah, već ga pohranjujemo za situacije u kojima nam može trebati. Zato stalno učimo i nastojimo zapamtiti što više jer nikada nismo sigurni hoće li nam neko znanje trebati ili ne. Važno je zamijetiti da se takvo znanje ne primjenjuje dobro samo na situacije u kojima se odigravalo učenje već i na druge situacije (prijenos znanja) (Zarevski, 2002).

Ova teorija nije jedinstvena već se sastoji iz cijelog skupa povezanih teorija, a glavna poveznica među njima jest prijenos znanja i vještina te važnost sadržaja i situacijskih faktora (Vimla et al, 2009). S ciljem preglednosti iznosimo najprije pristupe koji pokušavaju objasniti proces organiziranja znanja u ljudskom pamćenju (pristup obrade informacija, semantičke mreže, teorija sheme), a zatim važnije teorije učenja koje ga objašnjavaju s raznih stajališta vezanih na predmet učenja (teorija prilagodljivog karaktera misli, teorija kognitivnog opterećenja i situacijska teorija)

Pristup obrade informacija pokušava objasniti kako naša osjetila primaju informacije iz vanjskog svijeta, te kako se one koriste, pamte ili gube iz pamćenja. Prema ovom shvaćanju postoje dvije vrste pamćenja: kratkotrajno i dugotrajno. Primljene informacije prvo se pohranjuju u kratkotrajno pamćenje, te se nakon višekratnog primjenjivanja i organiziranja prebacuju u dugotrajnu memoriju. Napominje se da kratkotrajna memorija ima izvjesni kapacitet, koji ako se premaši, uzrokuje pogreške u pamćenju. Dugotrajna memorija ima mnogo veći, skoro neograničen kapacitet. Da bi se sve informacije pravilno organizirale nadzire ih kontrolni sustav koji koordinira percepciju, pamćenje, obradu i kasniju primjenu informacije (Alessi i Trollip, 2001). Na ovom pristupu se temelji i teorija kognitivnog opterećenja o kojoj će kasnije biti riječi.

Sljedeći pristup koji ćemo opisati su tzv. **semantičke mreže**. Temelji se na razumijevanju bioloških veza u mozgu. Povezan je s biološkim shvaćanjem stvaranja veza u mozgu prema kojem je svaka živčana stanica (čvorište) povezana s mnogim drugim stanicama u nepreglednu mrežu. Pretpostavlja se da su na isti način povezane i informacije u mozgu, tako da su pojedina čvorišta (informacije) povezana s mnogim drugim u semantičku mrežu raznim tipovima veza. Veze mogu biti temeljene na sličnosti,

različitosti ili uzročno-posljedičnom odnosu. Prema tome, naše pamćenje se sastoji od informacija koje su međusobno povezane. Učenje se može objasniti stvaranjem ili uklanjanjem čvorišta kao i njihovim povezivanjem ili raskidom veza. Kognitivni procesi poput razmišljanja, pamćenja ili djelovanja objašnjavaju se aktiviranjem veza među čvorovima. Za samo učenje vrlo je bitno već postojeće znanje (čvorišta) u koje se nove informacije skladište stvaranjem novih veza (Alessi i Trollip, 2001).

Treći pristup znanju je tzv. "**teorija sheme**" koju je opisao F. Bartlett (Alessi i Trollip, 2001). Ta nam teorija govori da se naše cjelokupno znanje sastoji od niza shema koje predstavljaju skupove organiziranih informacija iz određenog područja (npr. shema "fakultet", shema "kuća" i sl.). U mozgu se tretiraju kao samostalne jedinice, iako mogu sadržavati veliku količinu informacija i biti vrlo složene. Znanja koja se stvaraju godinama mogu narasti u vrlo složene strukture. Osim samih informacija, mogu sadržavati i veze prema drugim shemama. Shema je u biti sve što je naučeno i u mozgu predstavljeno kao jedna cjelina. Kada učimo one se modificiraju kako bi primile nove informacije na način da se novo znanje prilagodi shemi ili se ona mijenja da se prilagodi novom znanju. Zbog svoje strukture, sheme pomažu organizaciji memorije i manjem opterećenju radne memorije (Kirschner, 2002).

S obzirom na predmet učenja postoje oni dobro strukturirani kao što je područje aritmetike i lošije strukturirani kao što je područje biomedicine. O tome govori više teorija od kojih ističemo teoriju prilagodljivog karaktera misli, teoriju kognitivnog opterećenja i situacijsku teoriju.

Teorija prilagodljivog karaktera misli (engl. *Adaptive Character of Thought, ACT-R*) pokušava objasniti kako se znanje organizira i koristi za rješavanje problema. Prema njoj, postoje dvije vrste znanja: deklarativno i proceduralno. Procesi razmišljanja i spoznaje objašnjavaju se njihovom interakcijom.

Deklarativno znanje jesu činjenice, dok proceduralno znanje predstavlja pravila kojima se kognitivni zadaci provode (Vimla et al, 2009).

Proces učenja započinje sakupljanjem znanja u količini dovoljnoj koja omogućuje da se neki problem riješi. U prvom je koraku potrebno prikupiti određenu količinu deklarativnog znanja (pamćenjem informacija iz okoline ili prihvaćanjem rješenja prethodnih problema). U sljedećem se koraku ono kombinira međusobno kao i s prethodnim znanjem kako bi se stvorilo proceduralno znanje. To se najčešće čini rješavanjem postojećeg problema analogijom na temelju prethodnih, već riješenih problema. Na taj način se stvara velik broj pravila koja se međusobno kombiniraju. Prema brojnim znanstvenicima, za postizanje kvalitetnog znanja vrlo je važna praksa. Naravno, potrebno je obratiti pažnju da se uče ispravna znanja kako ne bi došlo do pamćenja krivih informacija, što je kasnije vrlo teško ispraviti (Vimla et al, 2009).

Teorija kognitivnog opterećenja (*Cognitive Load Theory*) prema P. A. Kirschneru (Kirschner, 2002), proučava različit pristup te nam govori o tome da u našoj

kratkoročnoj memoriji postoji ograničenje količine informacija koju je moguće odjednom prihvatiti i obraditi. Imajući to u vidu, potrebno je prilikom izrade edukativnih materijala obratiti pozornost kako bismo izbjegli nepotrebno opterećenje kognitivnog kapaciteta učenika (Vimla et al, 2009). Naime, kako smo već spomenuli u objašnjenju pristupa obrade informacija, postoje dvije vrste memorije: kratkotrajna s ograničenim kapacitetom i dugotrajna koja je praktički neograničena. Kratkotrajna memorija ima kapacitet obrade od oko sedam informacija u jednom trenutku. Ipak, budući da se ona koristi i za druge kognitivne aktivnosti (npr. obrada i organizacija informacija) njezin stvarni kapacitet obrade jest dvije do tri informacije u nekom trenutku. Dugotrajna memorija je skladište trajnog znanja koje se ne koristi trenutno, a kapacitet joj je praktički neograničen (Zarevski, 2002). Smatra se da je znanje u njoj pohranjeno u obliku već prije spomenutih shema. Dohvaćanje informacija pohranjenih u njima ne zahtijeva napor i automatizirano je, tj. zbiva se (prividno) bez ikakva napora (Vimla et al, 2009). Smatra se da jedna shema može sadržavati veliku količinu povezanih informacija koje se tretiraju kao samostalna jedinica pamćenja. Zbog toga je baratanje informacijama u obliku shema i manje opterećenje za kratkotrajnu memoriju. Teorija kognitivnog opterećenja bavi se načinima na koje možemo smanjiti zauzetost kratkotrajne memorije informacijama pazeći na količinu i vrstu podataka koje učeniku dajemo kako bi on lakše prihvaćao željena znanja. Želimo li ocijeniti opterećenje možemo se poslužiti nemjerljivim i mjerljivim faktorima. Nemjerljivi faktori su karakteristike učenika i zadatka te utjecaji okoliša (u kojemu se učenje odvija). Mjerljivi faktori su umno opterećenje (koliko kapaciteta zadatak zahtijeva), umni napor (koliko pažnje je dodijeljeno zadatku) i mogućnosti ispitanika (koje objedinjuju umno opterećenje i napor te nemjerljive faktore). Postoji više komponenti kognitivnog opterećenja: unutrašnje, vanjsko i stvarno opterećenje. Unutrašnje kognitivno opterećenje proizlazi iz same prirode materijala ili zadatka koji se želi naučiti te ga je nemoguće prilagoditi. Na vanjsko opterećenje možemo utjecati jer je pod utjecajem načina na koji se materijal učeniku prikazuje (instrukcijski dizajn). Stvarno kognitivno opterećenje posljedica je mentalnih procesa i korištenih umnih kapaciteta. Na vanjsko i stvarno opterećenje možemo utjecati, ali se vrlo često nameće samo vanjsko opterećenje dok se stvarno opterećenje zanemaruje. Prema Kirschneru (2002) taj bi odnos svakako trebalo promijeniti.

Različit pristup donosi **situacijska teorija** (*Situative learning theory*) čije pristalice poklanjaju mnogo više pažnje kognitivnim procesima pojedinca koji djeluje u društvenom okruženju. Prema tome se razlikuje od dosad prikazanih teorija koje se više oslanjaju na kognitivne procese samog pojedinca. Osnovne postavke ovog pristupa su da je učenje posljedica određenih aktivnosti u okolišu u kojem se ono događa (koji se ovdje naziva sustav aktivnosti). Okolina u kojoj se učenje odvija trebala bi biti autentična, tj. ona u kojoj se aktivnost koju želimo naučiti odvija i u prirodnim uvjetima. Vrlo je važan i

društveni (sociološki) aspekt pri učenju, jer se velik dio znanja dobiva međudjelovanjem pojedinca i grupe.

Smatramo da je osim teorija učenja potrebno navesti i neka područja kognitivne psihologije koja imaju utjecaj na izradu multimedijskih aplikacija. To su pažnja i shvaćanje, kodiranje, pamćenje, razumijevanje, aktivno učenje, motivacija, kontrola, mentalni modeli, metakognicija, prijenos znanja i osobne razlike (Alessi i Trollip, 2001).

Pažnja je osnova na kojoj se temelji učenje. Pri procesu učenja je vrlo važno pažnju usmjeriti na ciljno gradivo i pokušati ga shvatiti. Mnogi događaji u našoj okolini taj zadatak otežavaju te odvlače pažnju. Pri oblikovanju multimedijskih sadržaja potrebno je držati se određenih smjernica želimo li olakšati postizanje i zadržavanje pažnje. Osnovno je informacije prikazati na lako prihvatljiv način. Na primjer, koriste se različiti oblici, boje i stilovi teksta; različite boje i detalji u slikovnim prikazima kao i svojstva zvučnih informacija kao što su ponavljanje i ritam prikaza. Osim jednostavnosti prikaza važno je pozicioniranje informacije, i prostorno (za vizualne informacije) i vremensko (za zvučne informacije). Naime, često se za važne slikovne prikaze koristi sredina zaslona, dok se manje važne informacije smještaju po rubovima. Osim pozicioniranja informacije, za privlačenje pažnje važna je promjena, bilo dinamička (animacija), bilo periodička (izmjena pozadine). Kada se pažnja privuče, potrebno ju je i zadržati što ovisi o karakteristikama prezentacije kao i učenika.

Kodiranje je proces kojim mozak primljene podražaje pretvara u oblik u kojem se oni mogu pohraniti. Ono ovisi o faktorima kao što su oblik u kojem je informacija primljena (npr. jezik u kojem je prezentirana) i način na koji je primljena (slikovno ili zvučno). Važno je spomenuti dva pojma povezana s kodiranjem: teoriju dualnog kodiranja i multimedijski efekt. Teorija dualnog kodiranja nam govori da se pri učenju postižu bolji efekti ako se koriste različiti mediji prezentacije informacija (npr. predavanje popraćeno vizualnim prikazima). Usko vezan s teorijom dualnog kodiranja, a posebno važan pri korištenju multimedijskih tehnika pri poučavanju, jest i multimedijski efekt koji nam govori da se učenje olakšava ako se koriste povezani slikovni ili verbalni (pisani ili zvučni) načini prezentacije istog gradiva. Stoga, multimedijske prezentacije imaju potencijal za olakšavanje svladavanja gradiva kombinirajući različite medije pri iznošenju gradiva (Mayer i Moreno, 2002). Na navedenim pretpostavkama se temelji i teorija multimedijskog učenja.

Primljenje i kodirane informacije je potrebno na neki način pohraniti, za što koristimo proces pamćenja. Olakšati ga možemo pomoću dvije metode: organizacijom i ponavljanjem. Organizacijom informacija postižemo bolje pamćenje (informacija može biti inheretno organizirana, možemo ju mi organizirati ili uputiti učenika na organiziranost). Primjer nametanja organizacije je pokušaj pamćenja vitamina A, D, E i K topljivih u mastima. Ako ih organiziramo, tj. složimo u smislen raspored (DEKA), njihovo pamćenje je znatno lakše. Ponavljanje je vrlo široko rasprostranjena metoda poboljšavanja

pamćenja, često i previše korištena, Ona nam govori da što više informaciju koristimo i ponavljamo, to ćemo je lakše i na dulje vrijeme zapamtiti. Načelo organizacije ima bolje učinke pri učenju, ali se ne može primijeniti na sve vrste informacija te tada koristimo ponavljanje.

Želimo li se našim znanjem koristiti i izvan okvira u kojima je naučeno, potrebno ga je razumjeti, a ne samo pohraniti. Razumijevanje pomaže klasificiranju, primjeni, procjeni informacija i njihovu korištenju pri poučavanju drugih osoba. Naime, razumijevanje neke informacije ne podrazumijeva samo mogućnost ponavljanja ili definiranja informacije već i njezino razumijevanje kada je koriste druge osobe te sposobnost korištenja naučenog u različitim situacijama (prijenos znanja). Većina materijala za učenje ipak se temelji uglavnom na pamćenju i korištenju gradiva, a rijetko se bavi razumijevanjem. Želimo li pomoći razumijevanju, potrebno ga je detaljnije raščlaniti na razumijevanje govornih informacija, koncepata i pravila. Da bismo razumjeli govorne informacije potrebno ih je uspješno moći prepričati vlastitim riječima i objasniti nekom drugom. Koncepte razumijemo kad možemo prepoznati pravilne primjere njihove uporabe i razlikovati ih od onih koji to nisu. Razumijevanje pravila podrazumijeva njihovu pravilnu uporabu.

Još jedno područje kognitivnog učenja ima važnu ulogu pri izradi interaktivne multimedije. Radi se o aktivnom učenju koje nam govori da se učenje ne obavlja samo promatranjem već i aktivnim sudjelovanjem, tj. obavljanjem različitih radnji. Ta je činjenica posebno važna pri izradi interaktivnih multimedijskih sadržaja. U njima je korisniku omogućeno da, osim već spomenutog promatranja, uči aktivno. Dosadašnja primjena interaktivnosti nerijetko se svodi samo na davanje povratnih informacija pomoću tipkovnice i računalnog miša, dok ljudska komunikacija uključuje i brojne druge aktivnosti kao što su: izrazi lica, govor, dodir, kretnje i slično.

Kako bi korisnici učenje obavljali s interesom potrebno ih je motivirati. Postoje brojne teorije motivacije, a dvije od njih se često koriste u izradi multimedijskih sadržaja: Maloneova i Lepperova te Kellerova teorija motivacije (Alessi i Trollip, 2001). Maloneova teorija motivacije govori nam da postoje dvije vrste motivatora: unutrašnji i vanjski (Malone, 1981). Navodi da su unutrašnji motivatori (osobni motivatori) mnogo važniji od vanjskih (npr. pohvale, ocjene, nagrade). Pojašnjava da postoje četiri faktora koji poboljšavaju unutrašnju motivaciju: izazov, znatiželja, mašta i mogućnost kontrole. Drugim riječima, smatra se da pojedini materijal za učenje ima dobru unutrašnju motivaciju ako ga učenici smatraju zabavnim. Vanjski motivatori, prema Lepperu, mogu imati negativan utjecaj na učenje jer cilj učenja postaje nagrada, a ne samo učenje, tj. želja za znanjem. Drugi pristup motivaciji koji se često koristi jest Kellerova teorija motivacije koja govori da autor edukativnog materijala mora biti isto toliko dobar u primjeni motivacije koliko i u edukaciji. Keller također predlaže četiri faktora koji utječu na motivaciju (pažnja, relevantnost, povjerenje i zadovoljstvo).

Jedan od bitnih faktora koji korisnicima omogućuju lakši rad jest osjećaj kontrole. Odnosi se na kontrolu sadržaja, slijeda, metodologije i drugih faktora tj. na činjenicu ima li kontrolu nad njima korisnik ili aplikacija (tj. programer). Laurillard, 1987 govori da je korisniku uvijek dobro dati kontrolu nad multimedijskim sadržajem te da ih taj osjećaj pozitivno motivira. Ipak, drugi autori kao Hannafin i Sullivan (1995) napominju da različiti ljudi različito reagiraju na mogućnost kontrole. Tako na primjer, bolji učenici dobro reagiraju na veći stupanj kontrole dok lošiji učenici često imaju problema s većim stupnjem kontrole i bolje se snalaze kad je veći dio kontrole prepušten samoj aplikaciji. Pri izradi multimedijskih applikacija cilj bi trebao biti da se korisniku dozvoli određeni stupanj kontrole koji će ga zadovoljiti dok je veći dio kontrole, ipak prepušten aplikaciji (tj. autoru edukativnog sadržaja).

Mentalni modeli predstavljaju interne modele kojima si čovjek pojašnjava neki problem ili sustav te su vrlo važni u procesu stvaranja znanja. Pri učenju se mogu pojavljivati točni i netočni mentalni modeli, pri čemu je, naravno, poželjno da se pomogne stvaranje točnih modela. Način na koji možemo pomoći jest korištenje tzv. konceptualnih modela koje korisniku predlaže nastavnik ili edukativni materijal. Primjeri konceptualnih modela se nalaze u različitim videoprezentacijama, dijagramima i animacijama koji pomažu učeniku da lakše formira mentalni model u svom mozgu. S obzirom na to da multimedija olakšava prezentiranje informacija na upravo taj način, možemo uočiti njezine potencijale kojima može pomoći u stvaranju mentalnih modela.

Metakognicija jest spoznaja o vlastitim kognitivnim sposobnostima (Alessi i Trollip, 2001). Možemo razlikovati četiri vrste osobnosti: dobra kognitivna i metakognitivna sposobnost, dobra kognitivna i loša metakognitivna sposobnost, loša kognitivna i dobra metakognitivna sposobnost te loša kognitivna i metakognitivna sposobnost. Prva grupa uključuje najbolje učenike jer dobro uče i imaju spoznaju o tome, druga predstavlja one koji su dobri u učenju ali nemaju spoznaju o tome, treća grupa ima spoznaju o tome da im učenje loše ide te često traže pomoć dok četvrta grupa loše uči, a nema spoznaju o tome te zato često postiže loše rezultate. Interaktivna multimedija može u ovom području pomoći na razne načine. Primjerice, u materijale za učenje mogu se ugrađivati testovi kojima učenik može steći spoznaju o vlastitom znanju. Jedna od prednosti pri učenju jest činjenica da se vježbanje metakognitivne sposobnosti na jednom području lako prenosi i na druga područja te podiže opću razinu metakognicije.

O prijenosu znanja govorimo kada se znanje naučeno u jednom sustavu ili ambijentu (npr. u multimedijskom sadržaju) prenese na drugi sustav odnosno situaciju (u stvarno okruženje). Postoje dvije vrste prijenosa: bliski i udaljeni. Bliski se prijenos događa u područjima znanja koja su po sadržaju slična, dok se udaljeni prijenos događa u područjima koja su vrlo različita. Želimo li poboljšati te dvije vrste prijenosa pri usvajanju znanja, možemo se koristiti različitim metodama. Tako je npr. za bliski prijenos potrebno koristiti okoline za učenje vrlo slične onoj u kojoj želimo da se usvojeno znanje

primjenjuje. Za poboljšavanje udaljenog prijenosa potrebno je koristiti varijacije u materijalu za učenje kako bi se znanje uopćavalo. S obzirom na već spomenuta ograničenja interakcije s računalom u multimedijskim sadržajima (tipkovnica i miš) vrlo je teško postići prijenos znanja, osobito u odnosu na prirodno okruženje u kojem postoje mnoge druge mogućnosti za interakciju. Zbog toga se u izradi multimedijskih sadržaja koriste različite tehnike poput simulacija ili učenja prema slučajevima (*Case-Based Learning*).

Osobne razlike upućuju nas na činjenicu da svi ljudi ne uče na isti način te da različitim ljudima odgovaraju različite metode učenja. Prednost interaktivne multimedije, iako često neiskorištena, jest upravo prilagodba svakom korisniku. Spomenuta prednost se pokazuje osobito važnom s obzirom na to da ista metodologija poučavanja ne odgovara svakome. Jedna od važnijih osobnih razlika odnosi se na motivaciju pa je potrebno pažljivo pratiti kakav tip motivacije odgovara korisniku te prema tome prilagoditi sadržaj. Sljedeća se razlika očituje u sklonosti korisnika prema pisanom ili čitanom tekstu te je materijal shodno tome potrebno prilagoditi. Ta razlika može biti posljedica kulturnog naslijeđa, nacionalnosti ili životne dobi. Osim sklonosti pisanom ili čitanom tekstu pojavljuje se i sklonost prema različitim jezicima ovisno o materinjem jeziku korisnika. Spominju se još dvije važne osobne karakteristike odnosno razlike, a to su: stil učenja i kognitivni stil. Iako su se znanstvenici za njih nakon nekog vremena proučavanja prestali zanimati, oni ponovno potiču zanimanje.

Stilovi učenja upućuju nas na to da postoje različiti načini na koje ljudi pristupaju učenju te se mogu povezati i s različitim naklonostima prema tehnologijama poučavanja (Kliček i Zekić-Sušac, 2003a). Jedna od važnijih teorija o stilovima učenja jest Kolbov iskustveni model (Kliček i Zekić-Sušac, 2003b), koji nam govori da se učenje sastoji od četiri ponavljajuća koraka od kojih se svaki veže uz jedan stil učenja. To su a) stvarno iskustvo, b) promatranje i refleksija, c) apstraktna konceptualizacija i d) aktivno eksperimentiranje. Proučavajući stilove učenja možemo uočiti kako pojedine stilove možemo vezati uz načine poučavanja te ih tako prilagoditi svakom učeniku.

2.2.2.1 Teorija multimedijskog učenja

Teorija multimedijskog učenja povezana je s teorijom kognitivnog učenja i obuhvaća neke postavke učenja s multimedijom. Prema Mayeru (Mayer, 2003) multimedijom tj. kombiniranjem slika i riječi se može pomoći ljudima da uče smisleno i učinkovito. Svoja promišljanja temeljio je na nekim pretpostavkama iz teorije kognitivnog učenja, a to su: dualno kodiranje, ograničenje kapaciteta i aktivno učenje. Dualno kodiranje temelji se na istraživanjima Paivioa (1986) prema kojoj ljudi posjeduju dva kanala za primanje informacija: vizualni i verbalni. Za te kanale postoji određeno

ograničenje u kapacitetu kojim mogu primati informacije. Aktivno učenje govori da se najbolji rezultati postižu kada učenici aktivno obraćaju pažnju prema nadolazećim informacijama te ih organiziraju i integriraju u postojeće znanje (Mayer, 2003). Prema tim pretpostavkama definirao je načela za učenje pomoću multimedije (Lewis, 2007). Načelo modalnosti nam govori da edukativni materijali koji posjeduju grafičke i verbalne informacije te informacije moraju prikazati na prikladan način (grafičke informacije vizualno i verbalne informacije zvučno). Efekt podijeljene pažnje prema kojem učenici bolje uče ako se informacije prezentiraju u grafičkom i slušnom obliku nego ako se prezentiraju u grafičkom, slušnom obliku i kao pisani tekst. Prema načelu prostorne blizine učenje je kvalitetnije ako su grafičke informacije i s njima povezane tekstualne informacije postavljene u neposrednu blizinu. Načelo vremenske blizine govori da se postižu bolji rezultati ako se slike i tekst prikazuju istovremeno. Načelo usklađenosti nam govori da je nepoznati materijal bolje isključiti iz materijala za učenje kako ne bi ometao pažnju. Prema načelu individualniih razlika efekti oblikovanja materijala za učenje su privlačniji učenicima sa slabijim sposobnostima.

2.2.3. Teorija konstruktivizma

Teorija konstruktivizma temelji se na potpuno različitim postavkama od prethodne dvije teorije. Prema njoj, na predmet učenja ne gleda se kao na predmet koji ima stvarna, jednoznačna svojstva, već svojstva predmeta ovise o ljudskoj percepciji. Može se reći da pristalice konstruktivizma na svijet ne gledaju kao na već definirani pojam nego ga promatraju samo kroz individualnu interpretaciju koju ne dobivamo izvana, već je samostalno stvaramo u mozgu. Postoji više različitih pristupa konstruktivizmu koje ćemo ukratko navesti: 1) Socijalni konstruktivizam govori da je učenje samo po sebi socijalno te da se ono što učimo stvara iz socijalnih normi i interpretacija. Pritom znanje ne stvara pojedinac samostalno nego u okviru društva. 2) Umjereni konstruktivizam dopušta činjenicu da stvarni svijet postoji ali smatra da je naše razumijevanje vrlo individualno te da se stalno mijenja. 3) Radikalni pristup konstruktivizmu smatra da nije moguće shvatiti pravu prirodu svijeta pa je zato jedino važno kako ga mi osobno shvaćamo. Učenje se smatra aktivnim procesom u kojem učenici samostalno grade (konstruiraju) znanje dok se učitelja smatra samo pomoćnikom i u najboljem slučaju partnerom koji učenika vodi kroz proces izgradnje znanja. Općeprihvaćene metode poučavanja, poput ponavljanja, pamćenja, oponašanja i prezentacije smatraju se neprikladnima za postupak stvaranja znanja. Ovaj pristup učenju i poučavanju naglo se proširio devedesetih godina prošlog stoljeća uporabom u instrukcijskom oblikovanju i raznim područjima multimedije. Pristalice teorije napominju da se učenje dotad provodilo na takav način da se učenika smatralo praznom posudom u

koju treba "uliti" znanje. Oni naglašavaju da bi na poučavanje trebalo gledati kao na aktivni proces stvaranja znanja u kojem su učenici i nastavnici partneri. Napominju da bi trebalo izgrađivati sustave za učenje koji omogućuju i olakšavaju izgradnju znanja. Učeniku bi trebalo omogućiti eksperimentiranje, istraživanje i propitivanje, a ne samo odgovaranje na pitanja. S obzirom na to da se učenje smatra aktivnim procesom naglasak treba staviti na učenika kao graditelja znanja, a nastavnika kao pomoćnika i partnera u tom procesu. Smatra se da bi materijale za učenje trebalo prilagoditi procesu izgradnje, a kao primjer bismo mogli navesti izradu multimedijskih programa, simulacija ili pisanje eseja. Važna komponenta tog načina učenja jest situacijsko učenje koje nam govori da je učenje potrebno izvesti u okolini koja omogućuje da se naučeno gradivo lakše primijeni u različitim situacijama. Često situacija kao i okolina u kojoj se učenje odvija, imaju velik utjecaj na pohranu znanja. U tom slučaju teško dolazi do transfera znanja jer ono ostaje vezano uz situaciju u kojoj se učenje odvijalo te se pojavljuje tzv. inertno znanje (Alessi i Trollip, 2001). Zbog toga je, situacije u kojima se učenje odvija, potrebno pažljivo planirati kako bi znanje bilo prenosivo i na druge aspekte života. Osim toga, učenje je potrebno prilagoditi stvarnom svijetu tako da se teoretski koncepti (recimo matematike ili fizike) uklope u situacije iz stvarnog života što će učeniku dati i dodatnu motivaciju za rad. Naime, sadašnje metode, u želji da generaliziraju znanje, u biti ga previše pojednostavnjuju i čine dosadnim. Osim toga, s obzirom na to da se u stvarnosti mnogi, ako ne i svi događaji zbivaju u društvu, smatra se da je i učenje korisno provesti tako da učenici surađuju u grupi na ostvarivanju zajedničkog cilja. Ipak, svakako je učenicima potrebno dopustiti određen stupanj individualnosti, osobito u pogledu ciljeva i aktivnosti u procesu učenja. Naravno, pri grupnom učenju pojavljuju se i određeni problemi kao što su: vlasništvo završnog proizvoda, pravilno ocjenjivanje i grupiranje učenika. Naime, postavlja se pitanje treba li grupe kreirati prema postignutom uspjehu, prema interesu ili suprotno tome, grupe kreirati tako da se u njima nalaze pojedinci različitih mogućnosti i interesa. To je posebno važno jer je ova metoda u svojim počecima stavljala naglasak na individiualizirano učenje što se nije pokazalo osobito uspješnim (Alessi i Trollip, 2001). Ipak, softver i multimedijska rješenja već se dulje vrijeme razvijaju u smjeru grupnog korištenja (npr. sustavi za podršku poučavanju-*Learning Management Systems*). Nadalje, pojavljuje se potreba da učenik ima veću kontrolu i autonomiju pri radu s multimedijskim sadržajima, tj. da sam određuje ciljeve i aktivnosti koje mu inače predlažu nastavnici. Osjećaj kontrole djeluje motivirajuće te potiče metakognitivnu svijest. Učenik bi, osim toga, trebao imati mogućnost da komentira svoje učenje i postignute rezultate kako bi uočio moguće pogreške i nedostatke pri shvaćanju gradiva.

2.2.4. Prednosti i nedostaci pojedinih pristupa učenju pomoću multimedijskih tehnika

S obzirom na teoriju učenja, postoje određene prednosti i nedostaci koji se pokazuju prilikom njezine primjene u poučavanju pomoću računala. Znanstvenici i nastavnici vrlo brzo su uvidjeli prednosti uporabe računala pri poučavanju koristeći ih u opsegu u kojem je to dopuštao tadašnji razvoj tehnologije.

U biheviorističkom pristupu poznat je pristup računalno potpomognutog poučavanja (*Computer Assisted Instruction,* CAI) koji se razvio pedesetih godina, a nagli razvoj je doživio šezdesetih godina prošlog stoljeća (Alessi i Trollip, 2001). Temeljio se na intenzivnoj vježbi i ponavljanju, a kontrola tijeka procesa poučavanja prepuštena je računalu, a ne korisniku. Istraživanja su rezultirala izradom dvaju softverskih proizvoda PLATO (*Programmed Logic Automated Operations*) i TICCIT (*Time-Shared Interactive Computer-Controlled Information Television*). Usprkos uloženom trudu, nakon nekog vremena postalo je jasno da spomenuta rješenja neće postići predviđeni uspjeh. Neki od razloga su: visoka cijena, nedovoljna kvaliteta softvera, manjak potpore i tehnički problemi (Kentridge, n.d.).

Načela kognitivne psihologije autori edukativnog softvera počeli su koristiti u sedamdesetim godinama primjenjujući ih na računalom temeljenom poučavanju (*Computer Based Instruction,* CBI*)* (Alessi i Trollip, 2001). Računala obrađuju informacije na sličan način kako pristalice spoznajne teorije vjeruju da to čine ljudi, tj. oni informacije primaju, pohranjuju i dohvaćaju. Stoga je programiranje sustava koji se osnivaju na spoznajnoj teoriji olakšano (Kentridge, n.d.). Primjena načela kognitivističkog pristupa očitovala se korištenjem različitih otkrića dobivenih provođenjem istraživanja kognitivne psihologije, kao npr. primjena aktivnog učenja i prijenosa znanja. Osim toga, očitovala se i u oblikovanju izgleda zaslona korisničkog sučelja koje se oblikovalo oslanjajući se na teorije pažnje i percepcije te korištenje načela motivacije. Rad s programom bio je zasnovan na načelima razumijevanja, prisjećanja i metakognicije. U usporedbi s kontrolom procesa učenja koja se ranije oslanjala samo na računalo i softver, primjena kognitivističkog pristupa očitovala se u sve većem prepuštanju kontrole korisniku.

Konstruktivistički pristup je, zbog različitog pogleda na stvaranje znanja od prijašnjih teorija, uveo znatnije promjene u oblikovanje edukacijskog softvera. Pristalice ove teorije su smatrali da učenje temeljeno na drugim teorijama dovodi do pojave inertnog znanja, koje se teško primjenjuje na nove situacije (Alessi i Trollip, 2001). Konstruktivistički pristup, prema zagovornicima te teorije, koristi metodologije simulacije, hipermedije i virtualnu stvarnost. Na taj način omogućuje korisniku slobodno istraživanje ponuđenih materijala. Osim toga, podupire se korištenje računala pri učenju

(izrada simulacija, videoisječaka ili igara), međusobna komunikacija učenika, dijeljenje materijala i slični postupci kojima učenik stvara znanje koje je, prema pristalicama ove teorije, kvalitetnije.

2.2.5. Stilovi učenja

Stilovi učenja predstavljaju različite pristupe učenju, a potječu iz sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Osnivaju se na metodama učenja koje najbolje odgovaraju pojedinom učeniku ili studentu. Prema ovoj teoriji nastavnici bi trebali proučiti stilove učenja svojih učenika te njima prilagoditi metodologiju nastave (Anonymous, 2004; Kliček i Zekić-Sušac, 2003b).

Postoji više modela stilova učenja od kojih ćemo prikazati najvažnije:

- Kolbov model se temelji na Teoriji iskustvenog učenja i razlikuje dva pristupa shvaćanju iskustva (stvarno iskustvo i apstraktno rezoniranje) te dva pristupa promjeni iskustva (refleksivno promatranje i aktivno eksperimentiranje). Na osnovi tih pristupa definiraju se i četiri stila učenja: konvergentni (kombinacija aktivnog eksperimentiranja i apstraktnog rezoniranja), divergentni (kombinacija stvarnog iskustva i refleksivnog promatranja), asimilirajući (kombinacija refleksivnog iskustva i apstraktnog razmišljanja) i akomodirajući stil (kombinacija stvarnog iskustva i aktivnog eksperimentiranja) (Vizek Vidović i Vlahović Štetić, 2007).
- model Honeya i Mumforda u kojem su prema pojedinim fazama određeni i stilovi učenja. Navode da prema stilu učenja postoje aktivist (uključuje se u novo iskustvo bez razmišljanja o mogućim posljedicama), intepretator (vodi se refleksijom stečenog iskustva), teoretičar (koji svakoj situaciji pristupa na sustavan način) i pragmatičar (temelji svoj pristup na primjenjivosti neke teorije) (Vizek Vidović i Vlahović Štetić, 2007).
- VARK model Neila Fleminga koji se razvio iz ranijih modela Neuro-lingvističkog programiranja. Fleming dijeli učenike na: vizualne (skloni su vizualiziranju), auditivne (najlakše uče slušanjem), sklone čitanju i pisanju te kinestetičke (najlakše uče aktivnim eksperimentiranjem) (Kliček i Zekić-Sušac, 2003b).
- Gardnerova teorija višestrukih inteligencija koja navodi da ljudi razumiju okoliš na sedam načina (sedam inteligencija): verbalno-lingvistička, logičko-matematička, vizualno-prostorna, tjelesno-kinestetička, muzičko-ritmička, interpersonalna i intrapersonalna (Kliček i Zekić-Sušac, 2003b).
- Indikator Myers-Briggs tipa navodi 16 mogućih stilova učenja koji se dobivaju kombinacijom sklonosti: ekstrovertiranost-introvertiranost,

opažanje–intuicija, razmišljanje-osjećanje i prosuđivanje-opažanje (Kliček i Zekić-Sušac, 2003b).

2.3. Pomagala pri poučavanju i učenju

Kao što smo već spomenuli, učenje je promjena ponašanja kao posljedica neke aktivnosti, te se njime usvajaju određena znanja. Već na početku je bitno razlikovati samostalno učenje, učenje koje se odvija u interakciji učenika i nastavnika te učenje koje se odvija u skupini pod nadzorom ili bez nadzora nastavnika. Gledajući u povijest, a tako i danas pri učenju se koriste razna pomagala, bilo tehničke bilo misaone naravi, čija je uloga olakšavanje učenja. Poznata je činjenica da pojedinac lakše uči ako osim jednog načina primanja informacija koristi više njih. Zbog toga se u skoro svim udžbenicima objašnjava da je tijekom učenja potrebno katkad raditi stanke, a za vrijeme tih stanki naučeno gradivo ponavljati i pokušavati ga organizirati i skicirati na papiru u obliku shema i različitih slikovnih prikaza (Andrilović i Čudina, 1985). To je potkrijepljeno teorijom dualnog kodiranja i multimedijskim efektom (Alessi i Trollip, 2001). Teorija dualnog kodiranja govori nam da se učenje znatno pospješuje ako informacije koje želimo zapamtiti primamo putem više kanala pri čemu kanale možemo podijeliti na verbalne (u obliku pisanog ili govornog teksta) ili slikovne (u obliku statične slike, animacije ili videozapisa). Objašnjenje se nalazi u činjenici da prilikom primanja informacija putem dvaju kanala, ista informacija podražuje dva različita područja mozga te se zbog toga i lakše pamti (Mayer, 2003). Prilikom korištenja više izvora informacija potrebno je obratiti pažnju na sadržaj, jer dajemo li putem dvaju kanala informacije različitog sadržaja (slika koju prati uz nju nevezan tekst) neće doći do lakšeg pamćenja već će, zbog interferencije tih dvaju kanala, učenje biti teže.

Prvi oblici učenja, koji su se pojavili u prošlosti, za cilj su imali prijenos iskustva starije generacije na mlađu generaciju. Temeljili su se na prijenosu riječi, prvo u govornom obliku, a pojavom pisma i u pisanom obliku. Vrlo brzo došlo je do spoznaje da se učenje olakšava ako se nadopunjava grafičkim i slikovnim prikazima. Takav način, koji je ponajviše karakteriziran upotrebom ploče i krede, koristio se sve do 20. stoljeća kada je tehnologija dovoljno napredovala da ponudi alternativu.

Danas se u nastavi koristi sve više pomagala koja bi trebala pomoći učitelju i učeniku pri prenošenju znanja. To su npr. multimedijski projektori koji sliku koja se pojavljuje na zaslonu računala, obično multimedijsku prezentaciju, projiciraju na reflektivnu površinu. Jedna od prednosti takvog načina prezentiranja leži u činjenici da je multimedijsku prezentaciju puno lakše održavati i obnavljati nego do tada korištene prozirnice, što olakšava rad nastavnika ali i učeniku omogućuje uvijek svježe informacije.

Postoje brojna istraživanja u kojima je proučavana korisnost prezentacija izrađenih na računalu. Rezultati pokazuju da korištenje multimedijskih prezentacija svakako ima pozitivan učinak, kako za učitelja kojem olakšava izradu i održavanje prezentacije, tako i za učenika jer mu učenje čini lakšim i ugodnijim (Bartsch i Cobern, 2003). Osim toga, istraživanjima je utvrđeno da je upotreba multimedijskih prezentacija posebno pogodna za područja s kompleksnim grafičkim i slikovnim prikazima (Savoy et al., 2009). Tim područjima svakako pripadaju medicinske znanosti. Osim mutlimedijskim projektorima, suvremene se predavaonice opremaju različitim tehnološkim uređajima koji pridonose kvaliteti predavanja kao što su:

- suvremena multimedijska računala koja omogućuju reprodukciju multimedijskih zapisa u brojnim formatima
- brojni pokazivački (*pointer*) uređaji koji omogućuju i dodatne funkcije (kretanje kroz multimedijsku prezentaciju)
- zvučni podsustavi koji omogućuju slušanje kvalitetnih zvučnih zapisa (u medicini naročito važno jer se brojne pretrage temelje na osluškivanju – auskultaciji)
- "pametne ploče" koje predstavljaju modernu inačicu ploče i krede te omogućuju lakšu vizualizaciju i distribuciju materijala s predavanja studentima ili učenicima
- videokonferencijski sustavi koji omogućuju predavanja na daljinu i time olakšavaju pozvana predavanja svjetski priznatih stručnjaka ili znanstvenika bez obzira na geografsku lokaciju uz znatno niže troškove
- oprema za snimanje kojom se predavanja, nakon snimanja, mogu pohraniti i distribuirati

Bitno je napomenuti da napredna tehnička rješenja, kojima se opremaju predavaonice, kao i multimedijske prezentacije svoju svrhu postižu samo ako se ispravno koriste tj. ako se u žarište prezentacije postavlja sadržaj (Savoy et al., 2009). Vrlo često, posebno u počecima korištenja nastavnici su se, oduševljeni brojnim mogućnostima koje tehnologija nudi, previše fokusirali na upotrebu mnogobrojnih grafičkih prikaza samo estetskog značenja. Na taj bi način prezentacije postale preopterećene grafičkim elementima nevezanim uz sadržaj i izgubile svoju edukativnu funkciju.

2.4. Povijest učenja pomoću računala

U vrijeme prvih pokušaja razvoja metoda za poučavanje pomoću računala vladalo je uzbuđenje i euforija oko velikih potencijala koje one nude. Pomaci u informatičkoj tehnologiji bili su veliki, pogotovo ako promatramo vrijeme kroz koje su se događali. Ipak, računalno obrazovanje taj napredak nije moglo pratiti istim tempom.

Računala su se počela koristiti kao pomagalo u edukaciji prije otprilike četrdeset godina. Aplikacije su se uglavnom razvijale na velikim *mainframe* računalima, a samo katkad i manjim sustavima. Takvi su se sustavi nalazili na sveučilištima, a rad je bio ograničen na tekstualno sučelje (Anonymous, 2010b). Za razvoj aplikacija, bilo je potrebno znanje nižih programskih jezika, poput jezika *assembler*, koji nisu namijenjeni za tu svrhu. Naime, niži programski jezici pogodniji su za izradu sistemskog softvera, dok za izradu softvera koji zahtijeva bogato korisničko sučelje (edukativni softver) nisu prikladni.

Korištenje računala u edukaciji, zbog svoje zahtjevnosti, započelo je na velikim sustavima financiranima u sklopu državnih projekata. Ti su sustavi bili sofisticirani i vrlo slični današnjim internetskim aplikacijama. Imali su brojne nedostatke poput visoke cijene izrade i teškog povezivanja u mrežu.

Tvrtka IBM je u šezdesetim godinama prošlog stoljeća razvila sustav IBM 1500 koji nije bilo projektiran za izvršavanje poslovnih aplikacija, već je u potpunosti posvećen edukaciji (Anonymous, 2007; Suppes, 1971). Sredinom istog desetljeća na tom su računalu P. Suppes i R. Atkinson pokušali prikazati utjecaj računala na stjecanje vještina iz čitanja i matematike u djece. U školama je izgrađeno i testirano mnogo takvih sustava i prikupljeni su brojni podaci. Taj je projekt među prvima uputio na mogućnost primjene računala u edukaciji.

Jedan od većih projekata koji su služili poučavanju pomoću računala, bio je PLATO (*Programmed Logic Automated Operations*), razvijen 1960. godine na University of Ilionis (Wooley, 1994). To je vjerovatno jedan od najpoznatijih projekata edukacije uz pomoć računala koji je ikad bio izveden. Oblikovan je kao veliki sustav s udaljenim terminalima koji su se koristili naprednim tehnologijama poput animacija u visokoj razlučivosti, glasovnim porukama i zaslonima osjetljivim na dodir. Korisnici su putem terminala mogli pristupiti središnjem katalogu lekcija. Cilj ovog projekta bio je pružiti cijenom prihvatljivu edukaciju uz pomoć računala što u originalnoj verziji nikad nije postignuto. Projekt je ipak preživio kao komercijalna aplikacija za mikroračunala. U svojim počecima, PLATO je bio mali sustav koji je mogao raditi u jednoj učionici s terminalima. Kasnije, u 1972. godini, nove tehnologije (*mainframe* računala) omogućile su da taj sustav poslužuje i do tisuću korisnika istodobno. PLATO je već 1970. godine raspolagao mogućnostima komunikacije među korisnicima koji su preteča današnje elektroničke pošte (*e-mail*), prije pojave interneta. U 1975. godini u razvoj se uključila tvrtka *Control Data Corporation*, a PLATO, sad poznat kao PLATO-IV postao je komercijalni proizvod.

Projekt TICCIT (*Time-Shared Interactive Computer-Controlled Information Television*) nastao je 1977. godine kada je *National Science Foundation* (NSF) u svrhu razvoja dodijelila velika sredstva korporaciji MITRE (*Mitre Corporation*) (Randall, 1995). Razvijen je na University of Texas i Brigham Young University kako bi uz pomoć

modificiranih TV uređaja i mikroračunala pružio dodiplomsku nastavu iz Engleskog jezika i matematike. Jedna od važnih karakteristika TICCIT-a bila je prepuštanje kontrole tijeka lekcije korisniku koji nije, kao u prijašnjim sustavima, pratio zadani redoslijed već je mogao preskakati lekcije i kretati se u bilo kojem smjeru.

Osim tih velikih sustava, u istom su razdoblju izvedeni i brojni manji projekti. Koristili su se također vremenskim dijeljenjem (*time sharing*) i udaljenim terminalima da bi omogućili istodoban rad većem broju korisnika.

Tijekom godina korišteno je i ocjenjivano više projekata poput PLATO-a i TICCIT-a . Rezultati tih ocjenjivanja nisu potvrdili očekivanja. Naime, rezultati učenja svakako su bili bolji, ali to poboljšanje nije bilo proporcionalno cijeni. Osim toga, učenici su se često žalili na težinu korištenja tih sustava (Randall, 1995). To razdoblje u razvoju edukacijskog računalstva obilježavaju razočarenja. Spomenuti nedostaci uza sve brži razvoj osobnih računala doveli su do gašenja starih sustava. Tek početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća pojavio se ponovni interes za upotrebu računala u edukaciji. Razlog je bio pojava jeftinih, i sve moćnijih, mikroračunala. Mnogi su mikroračunala ocjenjivali kao igračke koje nisu dovoljno sofisticirane za ozbiljnu upotrebu u edukaciji. Drugi su uvidjeli pravi potencijal tih računala kao moćnog sredstva koje će unijeti mnoge novosti u područje edukacije.

Pojavom mikroračunala došlo je do njihove šire upotrebe u školama, poslovnim aplikacijama i kućanstvima (npr. Apple II računalo) (Anonymous, 2001a). Do tada je bilo potrebno veliko stručno znanje kako bi se računalom moglo bilo što obaviti, a glavni način komunikacije računala i korisnika bilo je neatraktivno i primitivno tekstualno sučelje. Na novim računalima znatno je poboljšano sučelje i interaktivnost putem ne samo teksta, nego i grafike, glasa te raznih drugih uređaja za pokazivanje (svjetlosna olovka, miš, zasloni osjetljivi na dodir i sl.). Takva su računala predstavljala samostalne cjeline, s drugim su jedinicama komunicirala pomoću bušenih kartica, a kasnije pomoću magnetnih ili optičkih medija. Do naglog poboljšanja došlo je pojavom mogućnosti spajanja računala u mrežu. Time je omogućeno dijeljenje mrežnih resursa, uza sve pogodnosti koje se nude. Istodobno s nastankom tih tehnologija cijene su padale što je omogućilo širu dostupnost računala.

Ipak s pojavom tih dostupnijih računala napravljen je i korak unatrag. Mnoge su napredne funkcije velikih sustava zaboravljene pa je trebalo mnogo vremena da se razvije softver koji bi ponovno omogućio izradu sofisticiranih obrazovnih programa.

Prvo široko rasprostranjeno osobno računalo bilo je Apple II (Anonymous, 2001a). Pojavilo se 1978. godine i vrlo brzo postalo prihvaćeno u školama, a popularnost mu je rasla zbog raspoložive količine edukativnog softvera.

Godine 1981., korporacija IBM (*International Business Machines*) predstavila je svoje osobno računalo (*Personal Computer*) s kojim je preplavila tržište. Ipak, nije došlo do znatnijeg prodora u škole, gdje je i dalje primat držao Apple II. Među razlozima su bili

niža cijena Apple II računala, veći izbor edukativnog softvera i bolje prožimanje teksta, grafike i zvuka (Anonymous, 2001a).

S pojavom Apple Macintosh računala 1984. godine došlo je do daljnjih znatnijih promjena na tržištu računala. Ovo je računalo pružilo mnogo bolju povezanost teksta i grafike, s poboljšanjima zvučnih karakteristika. S njegovom je pojavom u osobna računala uveden i novi uređaj za upravljanje – miš. Sve su te karakteristike učinile računalo Macintosh mnogo lakšim za korištenje. Ipak, zbog previsoke cijene, crno-bijelog prikaza slike te manjka edukativnog softvera učinak je bio slab. To je računalo bilo posebno važno zbog primijenjenih inovacija kojima je utjecalo na kvalitetu sljedećih generacija računala. Naime, proizvođači budućih računala uvelike su se koristili rješenjima primijenjenima u računalu Apple, te su unapređivali njegove mogućnosti i prihvatili miš kao uređaj za upravljanje.

Usprkos znatnim inovacijama koje je uveo Macintosh, IBM PC računala preuzela su vodeću ulogu, uglavnom zbog otvorene specifikacije koja je omogućila proizvodnju jeftinijih kompatibilnih računala, kao i zbog operativnog sustava Microsoft Windows, sličnog operativnom sustavu računala Macintosh.

Slijedeći važan korak koji je popularizirao IBM PC kompatibilna računala bio je razvoj sustava koji su omogućili komunikaciju među računalima. Prvu je fazu predstavljala pojava lokalnih računalnih mreža (*LAN – Local Area Network*) s povezivanjem računala smještenih u neposrednoj blizini. Pojava mreža širokog područja (*WAN, Wide Area Networks*) omogućila je povezivanje više udaljenih lokalnih (*LAN*) mreža ili individualnih računala, te njihovu komunikaciju na velikim udaljenostima. Na taj su se način mogla povezati međusobno udaljena sveučilišta ili podružnice poduzeća.

Krajem 1969. godine nastao je Internet kao vojni projekt u agenciji za napredne istraživačke projekte *(Advanced Research Projects Agency,* ARPA). Nazvan je ARPANet, a za razliku od dotadašnjih mreža koristio je protokol koji nije zahtijevao centralno poslužiteljsko računalo. To je pružilo mogućnost da u slučaju kvara jednog računala, mreža nastavlja s radom. Ova mreža je izgrađena da bi se brojnim istraživačima u Sjedinjenim Američkim Državama i svijetu omogućilo istodobno korištenje velikog broja računalnih resursa (npr. specifičnih aplikacija, baza podataka ili mrežnih štampača) (Panian, 2001). U svojim je počecima Internet bio prihvaćen ponajprije u sveučilištima i državnim institucijama te nije imao širu, komercijalnu primjenu. Te su ga zajednice koristile za razmjenu tekstualnih podataka jer slaba propusnost mreže nije omogućavala prijenos multimedijskih podataka zbog njihova opsega. Početkom devedestih godina prošlog stoljeća došlo je do razvoja *World Wide Weba*, baziranog na HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) protokolu koji služi za prijenos hipertekstualnih dokumenata, kodiranih u HTML (*HyperText Markup Language*) jeziku (Packer i Jordan, 2001). Zbog brojnih novih mogućnosti došlo je do naglog skoka u popularnosti interneta, kojeg su korisnici često poistovjećivali s *World Wide Webom*. Tijekom tog razdoblja premašena je

brojka od milijun spojenih računala. S obzirom na popularnost interneta poslovni su sustavi shvatili njegove potencijale te je došlo do njegovog brzog širenja u sva područja života. Propusnost veze je od brzina ograničenih modemskim vezama dosegnula, do tada, nezamislive brzine isprva omogućene ISDN (*Integrated Services Digital Network*), a kasnije ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) tehnologijama. To je omogućilo prenošenje informacija bilo kojeg tipa (zvuk, slika, video) koje su po svojem opsegu vrlo zahtjevne i traže razvoj novih softverskih tehnologija. Razvoj interneta time nije završen već se i danas iznenađujuće brzo nastavlja. Većina sveučilišta pruža informacije o upisima, dodiplomskim i poslijediplomskim studijima kao i edukativne materijale putem svojih WWW stranica. Vrlo su popularni sustavi za e-učenje koji nude cjelovita rješenja te omogućuju podršku i pojedinim kolegijima i cijelom nastavnom programu. Osim toga, osnivaju se virtualna sveučilišta na kojima polaznik ne mora biti fizički prisutan već sve zadatke obavlja s udaljenog računala. Aktualna je i pojava Web 2.0 aplikacija koje koriste internet kao podlogu za sustave poput društvenih mreža, Wiki aplikacija i sl.

Nove tehnologije su na obrazovanje imale dvojak učinak. Unaprijedile su ga većom brzinom, lakšom i intuitivnijom izradom programskih rješenja te globalnom povezanošću računala pomoću Interneta. Obratan učinak predstavlja činjenica da nove tehnologije nisu pružile odgovarajuće alate za izradu dobrih multimedijskih edukacijskih rješenja (Alessi i Trollip, 2001). Možemo navesti primjer Interneta, odnosno *World Wide Web*a, za koje donedavno nisu postojali alati specifično izrađeni za stvaranje edukativnih aplikacija. HTML kod i programski jezici poput Jave i Javascripta nisu za to stvoreni niti u dovoljnoj mjeri podržavaju izradu obrazovnih aplikacija. Alati poput *Macromedia Authorwarea*, iako namjenjeni upravo za tu svrhu, ne omogućuju završnom proizvodu dovoljnu samostalnost. Želimo li da softver ispravno radi, moramo isporučiti i tzv. *plug-in* dodatke koji omogućuju normalan rad programa što otežava i nepotrebno komplicira distribuciju odnosno korištenje aplikacija. Ipak, pojavom *Web 2.0* tehnologija pojavila su se rješenja koja ispravljaju spomenute nedostatke. Te tehnologije omogućuju programerima da izrađuju multimedijom obogaćene aplikacije i sustave, dostupne putem interneta, koji pružaju sve funkcionalnosti prijašnjih samostalnih aplikacija kodiranih u nižim programskim jezicima.

Trenutačno se korištenje računala u obrazovanju intenzivno razvija. Samo prisustvo multimedije na tolikom broju računala zbunjuje mnoge i ostavlja ih u uvjerenju da primjena same multimedije softver čini učinkovitijim u obrazovanju.

Uspoređujući rezultate postignute pri edukaciji uz pomoć multimedijskih obrazovnih materijala na računalima i uz pomoć klasično pripremljenih materijala zaključeno je da nije moguće zamijetiti neke bitne prednosti računala (Alessi i Trollip, 2001). Ipak se, svakako, prihvaća činjenica da je za usvajanje znanja iznesenog pomoću računala potrebno manje vremena, što je znatna prednost. Osim toga, korištenje računala u ove svrhe ima i neke druge prednosti. Npr. materijali se mogu brže, lakše i jeftinije

distribuirati, korisnici mogu dobiti uvijek svježe i pravodobne informacije i pristupati im u za njih pogodnom trenutku, moguće je simulirati opasne i skupe eksperimente, a materijali za učenje su prilagodljivi osobama s invaliditetom.

2.5. Temelji i razvoj interaktivne multimedije

Još od svojih početaka, čovjek je imao potrebu za izražavanjem. Prve primjere možemo vidjeti u pećinama kao što je npr. Lascaux u Francuskoj ili Altamira u Španjolskoj u kojima je obitavao pračovjek i oslikavao ih prizorima iz svog života. Smatra se da su te pećine bile svojevrsno kazalište u kojem je pračovjek, prikazujući događaje iz lovnih pohoda, izvodio rituale koji su opčinjavali njegova osjetila. Već sam ulazak u spilju i prilagođavanje tamnom i misterioznom okruženju izazivaju jak doživljaj. Vidjeti te crteže i njima prikazane događaje, nakon prolaska tamnim hodnicima, mora da je ostavljalo snažan dojam. Može se reći da su crteži uklopljeni u ambijent spilje predstavljali imerziju – utapanje - u "svijet iz mašte". Postoje još neki primjeri iz povijesti kao što su grčko kazalište ili velike europske katedrale ulaskom u koje promatrač biva prenesen u neki drugi svijet (Packer i Jordan, 2001).

Temelje integraciji pojedinih umjetnosti u cjelinu postavio je Richard Wagner svojim sveobuhvatnim pristupom koji je nazvao *Gesamtkunstwerk*, potpuna umjetnost. To je bio prvi pokušaj da se postavi teoretski sustav integracije umjetnosti. Wagner je bio uvjeren da se utjecaj na kulturu može ostvariti jedino putem integracije. Smatrao je da oslikavanje, muzika, ples, poezija i arhitektura mogu postići nove vrijednosti samo ako ih se spoji u jednu cjelinu. Pritom nije zanemarivao niti jednu komponentu već je svakoj davao istu važnost. Svoje misli je izložio u djelu "Umjetnost budućnosti - *Das Kunstwerk der Zukunft*" iz 1849. godine. Njegovo je promišljanje rezultiralo izgradnjom kazališta *Festspielhaus* u kojem je prostor bio zamračen, zvuk je odjekivao, orkestar je postavljen u poseban sniženi dio pozornice, a publika je sjedila kao u grčkom amfiteatru kako bi bila usredotočena na pozornicu. Takvim rješenjem pokušao je gledatelja potpuno uklopiti u imaginarni svijet predstave. Sljedeće su generacije nastavile u smjeru integracije, smatrajući da umjetnost nije moguće potpuno doživjeti u obliku dotadašnjih formi koje su neovisno postojale (slika, zvuk i sl.). Njihov je ideal bila umjetnost koja u sebi sadržava povezane sve prirodne podražaje. Navest ćemo nekoliko primjera (Packer i Jordan, 2001):

F. T. Marinetti smatrao je da je film vrhunska umjetnost, jer jedino on ima totalizirajući učinak na ljudsku svijest.

Laszlo Moholy-Nagy u drugi je plan udaljio tekst i glumca, a u žarište postavio cjelokupni teatralni doživljaj. Smatrao je da se jedino spajanjem komponenti u "organsku cjelinu" može prikazati potpuno iskustvo čovjeka.

John Cage izvodio je pokuse u kazalištu pri kojima je smanjivao granicu između umjetnika i publike, što više uključujući publiku kako bi kod nje stvorio jači subjektivni doživljaj.

U razdoblju nakon Drugoga svjetskog rata došlo je do naglog napretka u istraživanjima svih područja ljudske djelatnosti. Razlog se nalazi u činjenici da su, prestankom ratnih aktivnosti, obustavljena vojna istraživanja koja u mirnodopsko vrijeme više nisu imala svrhu. Brojni znanstvenici, lišeni dotadašnje preokupacije, usmjerili su svoje snage u razvijanje i stvaranje novih mirnodopskih tehnologija.

Jedan od primjera je rad Vannevara Busha *As we may think* (Packer i Jordan, 2001). V. Bush bio je direktor Ureda za znanstvena istraživanja i razvoj vlade Sjedinjenih Američkih Država (*Office of Scientific Research and Development*) te je u doba rata koordinirao rad više tisuća znanstvenika u primjeni znanosti u ratu. U svom radu iz srpnja 1945. godine, Bush predviđa daljnji tijek razvoja znanosti koja mora naći svoje mjesto u novom, mirnodopskom okruženju. Napominje kako je već tada broj novih spoznaja toliko velik da ih je nemoguće pratiti, pa makar i u vrlo uskom području, te predviđa uporabu novih tehnologija za olakšavanje tog posla. Spominje mnoge, tada nove, tehnologije koje mogu olakšati svakodnevni rad i vođenje zapisa. Neke od njih su: fotoćelije, fotoaparati koji trenutno razvijaju fotografije, faksimili, televizijski prijenos, mikrofilm, sinteza glasa, radijski prijenos i dr. Nadalje, Bush predviđa razvoj spomenutih tehnologija koje su tada bile u povojima i njihovo ubrzanje do mjere u kojoj se mogu svakodnevno koristiti i međusobno povezivati. Kao rezultat promišljanja predlaže *Memex* (kao složenicu riječi *memory* i *extender*), uređaj za osobno korištenje koji služi kao privatna mehanizirana knjižnica u kojoj su zapisi pohranjeni onako kako misli nastaju, asocijacijom, te predviđa specifikacije izgleda i funkcioniranja spomenutog uređaja. *Memex* bi se sastojao od stola na kojem su postavljeni prozirni zasloni, tipkovnica, dugmad i poluge. Služio bi kao arhiva kojom bi se upravljalo tipkama i polugama. Informacije bi bile pohranjene u obliku mikrofilmova od kojih bi svaki dobio identifikacijski kod pomoću kojeg bi ih korisnik kasnije pozivao. Povezivanje među njima ostvarilo bi se na temelju asocijacija pri čemu bi slijed asocijacija koje stvara korisnik ostao pohranjen u uređaju za kasnije korištenje. Prema autoru, takav način asocijativnog povezivanja (eng. *as we may think*) je glavna odlika i prednost *Memexa* (Bush, 1945).

Znatan doprinos dao je i Norbert Wiener, poznati matematičar, koji je proučavao prirodu komunikacije između ljudi i uređaja (Packer i Jordan, 2001). Poznat je kao tvorac teorije kibernetike, znanosti o razmjeni poruka između ljudi i uređaja te među samim uređajima. Svoje teorije je temeljio na komunikaciji između ljudi i izložio ih u djelu

Cybernetics iz 1948. godine. Kasnije (1950. godine) izdao je i knjigu *The Human Use of Human Beings* kako bi svoj rad približio javnosti (Packer i Jordan, 2001).

Teorija kibernetike svoj naziv duguje grčkoj riječi *kubernētēs* (upravitelj) kojom se naznačuje priroda odnosa čovjek – uređaj u kojem komunikacija teče korištenjem neke vrste upravljačkog mehanizma (primjeri kibernetičkih akcija jesu vožnja automobila ili prolazak kroz automatizirana vrata). U komunikaciji dolazi do izmjene poruka između dviju osoba, između osobe i uređaja ili između dva uređaja. Takav tijek komunikacije zbiva se i pri upravljanju ljudima, odnosno uređajima, te se temelji na zadavanju naredbi. Važno je naglasiti da iako se radi o porukama koje sadržavaju naredbe, u osnovi su to i dalje samo poruke koje se ne razlikuju od drugih tipova komunikacije. Zbog toga Wiener klasificira komunikaciju i kontrolu zajedno. U svojim razmatranjima, kao važan, autor uvodi i pojam povratne sprege te objašnjava kako se njome ostvaruje kontrola. Objašnjava da uređaj koji djeluje na vanjski svijet mora imati neku vrstu osjetilnog sklopa kao što je npr. fotoelektrični prekidač ili senzor blizine. Pomoću takvog sklopa, uređaj može djelovati na okolinu mijenjajući je u ovisnosti o željenom rezultatu i postignutom učinku. Imajući u vidu sve navedeno, teorije Wienera jesu osnova oblikovanja sučelja koja su temelj interakcije čovjek – uređaj, odnosno uređaj - uređaj (Packer i Jordan, 2001).

Na spoznajama spomenutih autora svoj je rad temeljio Ted Nelson (Packer i Jordan, 2001), tvorac izraza *hypertext* i *hypermedia*, koji je pokušavao primijeniti kreativno pisanje na načine koji bi promijenili tadašnje shvaćanje pisanja i čitanja. U svom radu *Computer Lib/Dream Machines* predložio je nelinearan način pisanja i snažnu međupovezanost literature, umjetnosti, muzike i znanosti. Nelson je pisao na način koji ne prati kronološki tijek radnje kako bi čitatelj prikupljao znanje u malim odsječcima redoslijedom koji sam izabere, a ne redoslijedom koji bi odredio pisac. Smatrao je da na taj način prikupljeno znanje za pojedinca ima veće značenje, lakše se uči i duže ostaje zapamćeno. U svojim je razmatranjima Nelson spojio zamisli Busha i Engelbarta te njihovih ideja knjižnice znanja i s njome povezanog korisničkog sučelja. Kao rezultat predložio je izradu globalnog skladišta (repozitorija) kulturnih informacija i novog izdavačkog sustava nazvanog *Xanadu*.

Na tragu prikazanih razmišljanja bio je i Tim Berners-Lee zaposlen na institutu CERN u Švicarskoj. Radio je na sustavu *Enquire* koji je trebao omogućiti pohranu, pretraživanje i hiperpovezivanje dokumenata te spriječiti njihov gubitak. Iako taj sustav nikad nije završen, zamisli na kojima je temeljen omogućile su Berners-Leeju da pokuša povezati hipertekstualni sustav s internetom. Shvatio je da sustav koji raste zajedno s brojem informacija koje mora pohraniti ne smije nametati ograničenja. Zaključio je da je u tu svrhu mreža zapisa puno pogodnija od hijerarhijskog sustava. Napominje da je glavni nedostatak hijerarhijskih sustava grananja nemogućnost da se pri pronalasku informacije jednostavno dođe do s njom povezane druge informacije, tj. pri pronalasku jedne informacije potrebno je hijerarhijom doći do početnog zapisa te slijediti tijek grananja do

povezane informacije. Taj problem rješava sama struktura Berners-Leejeva prijedloga. Iako uvelike zanemarivan od strane suradnika, kreirao je softver *World Wide Web* koji je distribuirao znanstvenicima putem interneta. Prema autoru, to je hipervezama međusobno povezan sustav znanstvenika, istraživanja, dokumenata i programa. Nakon dvogodišnjeg razdoblja, *World Wide Web* je prihvaćen te je uz pomoć Marca Andreesena i nekolicine studenata izrađen i prvi preglednik *Mosaic*. Spomenuti se preglednik vrlo brzo proširio internetom te ga pretvorio u masovni medij. Mreža na kojoj se prema autoru nalazi takav sustav otvorena je i necentralizirana te omogućuje dinamičko dodavanje novih poslužitelja rezultirajući bržim rastom od dotadašnjih sustava.

Važan za razvoj multimedije je i rad J. C. R. Licklidera s *Massachusets Institue of Technology* koji je nadzirao projekte u američkoj agenciji *Advanced Research Project Agency* (*ARPA*). On se suprotstavljao tada uvriježenim mišljenjima da će računala premašiti ljudsku inteligenciju, smatrajući da se računala trebaju razvijati kao suradnici čovjeka koji bi mu pomogli da razvija svoj intelekt i omogućili mu učinkovitiji rad. U vrijeme kad su računala bila samo strojevi koji su služili za obradu podataka prema unaprijed definiranim postupcima, Licklider je napisao članak *Man-computer Symbiosis* kojim je pokušao pomoći boljem odnosu čovjeka i računala. Članak počinje s prikazom biološkog poimanja simbioze te dalje govori kako je, iako takav odnos čovjeka i računala još nije postignut, on potreban. Kao cilj predlaže suradnju čovjeka i računala pri rješavanju problema, suradnju u kojoj bi računalo bilo suradnik koji bi upućivao na moguće pogreške u procesu razmišljanja te bio izravno uključen pri formuliranju problema. Dodatno naglašava potrebu da se računala uključe u proces razmišljanja u stvarnom vremenu, onako kako se to zbiva među ljudima. Kako bi mogao odrediti u kojem dijelu obrade informacija ili rješavanja problema računalo može najbolje pomoći, proučavao je svoja zapažanja nastala u procesu obavljanja istraživačkog rada. Zaključio je da je većinu vremena proveo u pripremama za rad, te traženju odnosno obradi i pohranjivanju podataka. Shvatio je da najviše vremena troši na poslove koje računalo može obaviti učinkovitije i brže od njega samoga. Uočio je da ljudi i računala imaju određene prednosti i nedostatke u obavljanju radova. Ljudi, iako manje precizni i podložni pogreškama, mogu djelovati usporedno i na više istodobnih zadataka. Računala su, s druge strane, vrlo točni uređaji ograničeni unesenim programom te mogu izvršavati samo određen broj radnji u jednom trenutku. Ukratko, računala i čovjek pokazuju različitu učinkovitost pri obavljanju istih poslova, te se mogu vrlo dobro nadopunjavati. Tu se nalazi i mogućnost za njihovu simbiotsku suradnju, tj. ujedinjavanje dobrih strana čovjeka i računala (Taylor, 1990).

J. C. R. Licklider je potpomagao više znanstvenika, a među njima i Douglasa Engelbarta. On je pokušavao dobiti podršku kako bi realizirao sustav za upravljanje informacijama sličan *Memexu* Vannevara Busha, čiji ga je rad *As we may think* davno inspirirao. Engelbart je svoj rad temeljio na činjenici da iako ljudska vrsta konstantno

napreduje, problemi s kojima se suočava napreduju još brže (Anonymous, 2005). Uočivši taj problem, postavio si je zadatak da nađe način kako pomoći ljudskom intelektu. Podršku je našao u agenciji ARPA te je okupio tim računalnih znanstvenika i psihologa s kojima je kreirao *NLS - oNLine System*. Svoje je zamisli iznio u radu *Augmenting Human Intelect: A Conceptual Framework* (Packer i Jordan, 2001). Predloženim inovacijama imao je dalekosežan utjecaj na razvoj novih dotad nepoznatih tehnologija, posebno onih vezanih uz računala. Navest ćemo neke od njih: računalni miš, uređivanje teksta na zaslonu, povezivanje objekata unutar samog teksta, hipermedija, rad u više prozora, kontrola inačica dokumenata, telekonferencije, sastanci potpomognuti računalom, direktive za oblikovanje i univerzalno korisničko sučelje. Posebice se kao važno ističe ovo posljednje, budući da je Engelbart po prvi put nestručnjaku omogućio da korisničkim sučeljem poseže u informacijsku unutrašnjost računala. Sve spomenute inovacije Engelbart je prikazao na jednoj od povijesno najvažnijih prezentacija za razvoj znanosti o informacijskim tehnologijama, prezentaciji *oNLine* sustava. Ta je prezentacija imala velik utjecaj na brojne istraživače te je među prisutnima pokrenula novi val istraživanja, primjerice onih Alana Kaya.

Alan Kay, poznat po prijedlogu koncepta prvog osobnog računala, u svom se članku *User Interface: A Personal View* (Kay, 1989) posebno bavio pitanjem kako korištenjem sučelja olakšati uporabu računala. Naime, u to su se vrijeme informacije u računala unosile putem bušenih kartica ili putem zahtjevnih tipkovnica, a te su poslove mogli obavljati samo usko specijalizirani znanstvenici ili tehničari. Imajući u vidu budućnost i široku uporabu računala od strane i slabije educiranih osoba, Kay je godinama proučavao psihologiju i primjenjivao je na učenje i oblikovanje korisničkih sučelja. Posebno se usredotočio na radove J. Brunera (Bruner, 1966) koji je predlagao da se ljudski intelekt sastoji od više mentaliteta te ih je nazvao mentalitet djelovanja (*enactive mentality)*, mentalitet slika (*iconic mentality)* i simbolički mentalitet *(symbolic mentality)*. Svaki od njih djeluje na drugi način te su često u sukobu, ali ipak se na njima temelje mnoge ideje za kreativno učenje. Nametnulo se mišljenje da je materiju najbolje učiti zadanim redoslijedom, a to je kinestetički (djelovanjem), ikonički (slikama) te se nakon toga stvara intuitivno znanje koje pomaže stvaranju simbola, koji iako nisu toliko očiti, ipak su najsnažniji. Daljnjim razmišljanjem Kay je došao do slogana "rad sa slikama stvara simbole", drugim riječima: manipuliranje ikonama i prozorima pomoću računalnog miša stvara simbole. Ta ideja krije u sebi osnovu grafičkog korisničkoga sučelja (*Graphical User Interface, GUI*). Vodeći se spomenutim zamislima, Kay je unapređivao ideju masovne uporabe jednostavnijih računala te je shvatio potencijale tog koncepta. Na tom je tragu njegova zamisao stvaranja prvog osobnog računala – *Dynabook*. Radilo se o prijedlogu računala koje bi pružalo dotad neostvaren pristup svim oblicima informacija (zvuk, slika i animacija, međusobno povezani hipervezama) te bi integriralo sve medije u jednu cjelinu. Kay je smatrao da je osobno računalo postalo samostalni medij (meta-

medij) koji može predstavljati gotovo sve dotad poznate medije (Kay i Goldberg, 1977). Iako *Dynabook* nikada nije realiziran, prema tom konceptu proizvedeno je prvo multimedijsko računalo *Xerox Alto*. Napravljen je u ustanovi *Palo Alto Research Center (PARC)* s ciljem da bude računalo za osobno korištenje. Njegovom pojavom su uvedene važne novosti u svijetu računala kao npr. radna površina (*desktop*) i grafičko korisničko sučelje upravljano mišem. Tehnička rješenja koja su u njemu primijenjena imala su znatan utjecaj na novije generacije računala kao što su *Apple Macintosh* i *Sun* radne stanice (Anonymous, 2002).

Ideja računala kao metamedija i njime omogućenog spajanja svih umjetnosti u jednu cjelinu potaknula je želju znanstvenika za postizanjem što stvarnijeg učinka na korisnika. Počeci takvog načina razmišljanja, koje promatrača "uranja" u imaginarni svijet (imerzija), mogu se naći u radu holywoodskog umjetnika Mortona Heiliga (Heilig, 1955) koji je predlagao da umjetnik svoje stvaralaštvo temelji na znanstvenom razumijevanju osjetila i percepcije gledatelja. Njegova je ideja bila da gledatelja "uroni" u zamišljenu scenu, utječe na sva njegova osjetila te da se na taj način izgubi granica i on bude prebačen u kako je Heilig naveo "... nastanjivi, virutalni svijet, vrstu iskustvenog kazališta ...".

Svoje zamisli o interakciji čovjeka i računala imao je i Ivan Sutherland, poznat po svom sustavu *Sketchpad* koji je bio osnova za kasniju izradu CAD (*Computer-Aided Design*) aplikacija. U svom radu *The Ultimate Display* (Sutherland, 1965), u kojem je definirao virtualnu stvarnost temeljenu na računalima, po prvi put spaja računala sa stvaranjem i kretanjem unutar virtualnih svjetova. Sutherland je naveo kako je čovjek svojim osjetilima tijekom duljeg razdoblja stekao mogućnost poznavanja svijeta u kojem živi, ali da nema takvo poznavanje drugih svjetova (recimo poznavanje sila koje djeluju na električki nabijene čestice). Smatrao je da računala mogu pomoći u otkrivanju i dubljem poznavanju takvih teško pojmljivih svijetova, te stoga koristi sintagmu “računalo je prozor u matematički svijet“. Sutherland je osmislio sustav koji korisnika uranja u simulirani trodimenzionalni svijet putem zaslona postavljenog na glavu promatrača (*head-mounted display*). Njegov je izum omogućio sljedbenicima da, s obzirom na to da su raspolagali naprednijim računalima, stvaraju nove, sve kvalitetnije trodimenzionalne prikaze virtualnih svjetova *Cyberspacea*.

Naziv *Cyberspace* uveo je Wiliam Gibson u svojoj noveli "*Neuromancer"* iz 1984. godine (Packer i Jordan, 2001). Može se reći da je on među prvima zamislio digitalni svijet stvoren u računalima i time dao snažan poticaj znanstvenicima, istraživačima i umjetnicima koji su se bavili virtualnim svjetovima. Taj digitalni *Cyberspace*, Gibson je zamislio kao svijet koji postoji u računalnim mrežama, među bezbrojnim uređajima te nema fizičkih granica. Po prvi je put dao opis mrežnih uređaja kao što su koncentratori, poslužitelji i baze podataka u kojima je postojao njegov *Cyberspace*.

Jedan od inženjera koji su se bavili unapređivanjem dojma koji virtualni svjetovi ostavljaju na korisnika bio je Scott Fisher (Packer i Jordan, 2001). Radeći u NASA *Ames Research Center* u Sjedinjenim Američkim Državama bio je zaposlen na projektu *Virtual Environment Workstation* (VIEW). Fisher je pokušavao omogućiti sustavu da djeluje na sva osjetila promatrača. Pritom je koristio *head-mounted display* koji je unaprijedio tehnikom za stereoskopsko promatranje kako bi dočarao dubinu vidnog polja. Osim toga dodao je i slušalice za *surround* ozvučenje, mikrofon radi prepoznavanja govora i „rukavicu" (*dataglove*) koja je omogućavala „dodir" objekata u virtualnom svijetu. Ta su tehnološka rješenja značajno unaprijedila istraživanje tvz. udaljene prisutnosti (*telepresence*) kojom promatrač biva prenesen u virtualni svijet. Fisherovo istraživanje omogućilo je razvoj tehnologije medicinskih zahvata na daljinu, virtualnu šetnju kroz arhitektonske projekte, formiranje *on-line* zajednica te igre za više korisnika.

Drukčiji pristup realiziranju virtualnih svjetova imali su D. Sandin i T. DeFanti koji su radili u *Electronic Visualization Labratory* na *University of Illinois* (Packer i Jordan, 2001). Oni su kreirali sustav *CAVE* (*Cave Automatic Virtual Environment*) koji se, za razliku od prethodnih rješenja koja su se oslanjala na nezgrapnu opremu prilagođenu za nošenje na glavi, sastojao od prostorije veličine tri metra čiji su zidovi, pod i strop predstavljali zaslone. Uz *surround* zvuk, stereoskopske naočale i „čarobni štapić" kojim je promatrač bio u „dodiru" s virtualnim objektima, osjećaj koji je osoba imala pri uranjanju u virtualni svijet bio je puno stvarniji od onog pri korištenju sustava koji su uključivali *head-mounted display*.

3. POUČAVANJE U VETERINARSKOJ MEDICINI

3.1. Cilj, metode i nastavni program

Nastavni plan (1997.) i program Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu izrađen je na temelju kriterija koje je postavilo Sveučilište, uz nastojanje da se što više pažnje stavi na medicinski aspekt, a manje na tehnološki aspekt. Na taj način studenti mogu, nakon završetka studija, biti sposobni samostalno obavljati opću veterinarsko medicinsku službu. Studij se nastoji, svojim sadržajem i opsegom, što više izjednačiti s europskim visokim učilištima (Anonymous, 2002b).

U okviru teorijske nastave studenti uče osnovne i trajne postulate unutar nastavnog predmeta. U okviru seminarskog rada, povodeći se tim osnovama, studenti obrađuju pojedine izdvojene tematske cjeline, a na vježbama se praktički radi na samoj problematici. Radi što bolje i potpunije stručne izobrazbe budućih doktora veterinarske medicine, uveden je dodatni stručno-klinički rad, čime je studij izjednačen s visokim učilištima u svijetu.

Kao nadopuna pojedinih dijelova gradiva, koje nije u osnovnom interesu svih budućih diplomiranih stručnjaka, studenti mogu odabrati izborne i fakultativne predmete kojima proširuju i nadopunjuju stečeno znanje.

Veterinarski fakultet školuje doktore veterinarske medicine koji nakon završetka studija moraju biti sposobni obavljati opću medicinsku veterinarsku praksu u smislu zaštite zdravlja životinja i ljudi.

Da bi taj zadatak mogli obavljati, na studiju je u deset semestara formirana okosnica medicinske edukacije kroz sljedeće kolegije: Anatomija, histologija i embriologija, Fiziologija domaćih životinja, Opća patologija i patološka morfologija, Patološka fiziologija, Unutarnje bolesti domaćih životinja, Kirurgija, ortopedija i oftalmologija, Porodništvo domaćih životinja i Zarazne bolesti domaćih životinja.

Tu osnovicu nadopunjuju Mikrobiologija, Veterinarska imunologija, Farmakologija i toksikologija i Parazitologija i invazijske bolesti, a priključuju im se Radiobiologija, Opća klinička rendgenologija i Metode fizikalne terapije i dijagnostike.

Medicinska edukacija, ovako prikazana, temelji se na znanju predmedicinske nastave, koju pružaju Biologija, Fizika i biofizika za veterinare, Kemija i Biokemija.

Tijekom pretkliničkih studija priključuju se kolegiji koji specifično educiraju studente i oni se detaljnije upoznaju s objektom svoga rada. To su Tehnologija proizvodnje i uzgoja životinja, Fiziologija i patologija hranidbe životinja i Animalna higijena, okoliš i etologija. Konačno, na prikupljenom i usvojenom medicinskom znanju i medicinskoj logici gradi se specifično znanje o Bolestima peradi, Biologiji i patologiji

riba, Biologiji i patologiji pčela, Uzgoju i patologiji lovne divljači te Higijeni i tehnologiji namirnica.

Studij veterinarske medicine završava se usvajanjem sadržaja kolegija Ekonomike veterinarstva, Upravnog veterinarstva i Sudskog veterinarstva, koji imaju zadatak upoznati studente s materijom potrebnom za materijalno poslovanje i obavljanje poslova državne uprave.

Osim dodiplomske edukacije, stalno se provodi poslijediplomska i trajna edukacija doktora veterinarske medicine.

3.2. Uporaba multimedije u poučavanju veterinarske medicine

U brojnim područjima znanosti računala pomažu ljudima u obavljanju različitih zadataka, počevši od rutinskih koji zahtijevaju višestruko ponavljanje istovrsne radnje, do visoko sofisticiranih zadataka koje nije moguće obaviti u razumnom vremenu bez uporabe računala. I veterinarska se medicina koristi brojnim prednostima koje joj pružaju računala, a naslijeđene su iz humane medicine koja se mnogo brže razvijala. Uz ostala područja i edukacija u veterinarskoj medicini može se znatno unaprijediti korištenjem računala i njihovih multimedijskih mogućnosti.

Specifičnost poučavanja medicinskih znanosti, kao i veterinarske medicine, jest potreba prezentiranja informacija koje nije moguće opisati samo tekstom. Takve informacije predstavljaju slike promjena u tkivima ili organima, zvučne snimke koje odražavaju stanje u unutrašnjosti tijela, videozapisi koji prikazuju funkciju organa ili nastanak nekog procesa. Iako je do sada tekstualno opisivanje prevladavalo u prenošenju znanja, potrebni su dodatni načini prikazivanja koji su dopuna tekstualnoj informaciji ili je potpuno zamjenjuju. Tekstualni opis informacije uza svoje prednosti i dugotrajnu primjenu ipak ne može dočarati sve što druga osjetila percipiraju. Primjerice, tekstualnom opisu nekog anatomskog pojma nedostaje prostornost koja se može dočarati dvodimenzionalnim prikazom i dodatno pojasniti uporabom trodimenzionalnog prikaza. Iako potpuni doživljaj pruža tek promatranje nativnog preparata, multimedijske tehnologije postaju prihvatljivije rješenje iz brojnih razloga.

Trodimenzionalni modeli dijelova tijela omogućuju studentu bolji uvid u građu pojedinih organskih sustava i ekstremiteta s mogućnostima koje dosad nisu postojale, poput povećavanja i smanjivanja prikaza, slobodne rotacije prikazanog objekta, kao i proučavanja pojedinih izgradbenih slojeva. Tako se mogu vidjeti strukture koje nije moguće uočiti pregledom živog organizma ili pripremljenog anatomskog preparata. Osim toga, moguće je prikazati rijetke patološke procese na koje stručnjak ili student vjerovatno nikad neće naići. Na nativnim, kao i konzerviranim preparatima, s vremenom dolazi do

promjena u smislu boje i drugih karakteristika koje utječu na izgled preparata i otežavaju raspoznavanje pojedinih dijelova ili zaživotno nastalih promjena. Na taj način nije više moguće raspoznati promjene zbog kojih je spomenuti preparat izrađen te se gubi njegova svrha. Korištenjem multimedijskih tehnika, iako one nikako ne mogu nadomjestiti nativne preparate u potpunosti, moguće je prikazati tkiva u njihovu prirodnom obliku i karakteristikama. Različiti unutrašnji i vanjski utjecaji neće ostaviti traga na digitalnoj informaciji bez obzira na proteklo vrijeme. Primjenom tih tehnika moguće je simulirati određene procese ili operativne zahvate koji su preskupi ili neprikladni za višekratno izvođenje na živom pacijentu. Moguće je simulirati učinke pojedinih terapeutskih ili patogenih čimbenika na jedinku ili populaciju te time isključiti uporabu laboratorijskih životinja i biološkog pokusa. To uvelike umanjuje cijenu koštanja i u skladu je s novim pogledima o humanijem postupku sa životinjama (Narodne Novine, 2006) i inicijativi traženja alternative za laboratorijske životinje (Anonymous, 1986).

Iz činjenice da se znanje ovog, kao i drugih područja znanosti, neprekidno mijenja i nadopunjuje proizlazi potreba trajne (životne) edukacije. Ta činjenica je posebno važna zbog toga što veterinarska medicina proučava žive organizme, koji imaju brojne varijacije i stalno se mijenjaju. Brojni mikroorganizmi prolaze kroz mutacije iz kojih nastaju novi serovarovi. Posljedica toga su nove varijacije bolesti ili čak potpuno nove bolesti (Kreutzfeld Jacobsova bolest, goveđa spongiformna encefalopatija – "kravlje ludilo"). Osim toga, nove spoznaje uvjetuju stalne promjene u anatomskom nazivlju i nazivima pojedinih uzročnika bolesti koji se zbog toga premještaju iz porodice u porodicu.

Stručnjak koji želi biti upoznat s najnovijim spoznajama mora stalno pratiti stručnu literaturu, bilo u pisanom (časopisi, knjige) bilo elektroničkom obliku (CD izdanja, internet, baze podataka) i pohađati predavanja ili tečajeve.

Potrebni su dodatni načini prikazivanja poput slikovnih prikaza (razna fiziološka ili patološka stanja organa), animacija (funkcioniranje organa, nastajanje pojedinih patoloških stanja) ili zvučnih snimki (auskultacija ili osluškivanje dišnih zvukova, šumova srca ili šumova probavnih organa). Te promjene u živom organizmu nemoguće je opisati u potpunosti samo verbalnim načinom izražavanja. Radi prikaza karakteristika različitih promjena potrebno je upotrijebiti sve mogućnosti koje današnja računala pružaju. Pri opisu tih stanja od presudne su važnosti mogućnosti multimedije. Ona omogućuje prikaz i razmjenu materijala koji dodatno opisuju stanje nastalo u organizmu. Mnogi dijagnostički uređaji posjeduju mogućnost digitalizacije i prijenosa podataka izravno u računalo. Ti podaci se na računalu mogu urediti, označiti, pohraniti ili distribuirati, nakon čega se mogu koristiti za konzultacije, edukaciju ili kao arhiva kliničkih slučajeva.

Količina znanja koju mora svladati stručnjak iz područja veterinarske medicine nadilazi mogućnosti prosječnog pojedinca. Zbog toga se edukacija usmjerava sve više prema specijalizaciji. Iako je nastavni plan i program edukacije doktora veterinarske medicine na mnogim fakultetima još uvijek prilagođen edukaciji veterinara kao osobe s

poznavanjem svih područja ove medicinske grane, postoji tendencija uvođenja specijalizacije, napose u poslijediplomskoj izobrazbi (trajnoj edukaciji, stjecanju doktorata znanosti i sl.).

Nove tehnologije polako ulaze u praksu, te utječu na metode rada znanstvenika i veterinarskih praktičara. Današnja tehnologija omogućuje prikaz i obradu visokokvalitetnih slikovnih i zvučnih zapisa. Prikaz slikovnih informacija ima brojne prednosti. Istodobno se prenosi veći broj informacija koje mogu biti i u složenom obliku, na način bliži razmišljanju i iskustvu.

Današnja računala prikazuju slike s vrlo velikom razlučivosti i brojem boja (Klapan i Čikeš, 2001). Mogućnosti pretvaranja snimki u računalne zapise (digitalizacija) vrlo su velike, a današnji uređaji dovoljno osjetljivi da registriraju svaki detalj promatranog objekta. Mnogi instrumenti imaju mogućnost direktnog slanja podataka računalu (digitalni stetoskopi, ultrazvučni i rendgenski uređaji i sl.). Digitalizirani zapisi vrlo su veliki i zahtijevaju veliku količinu prostora za pohranu. Današnji uređaji to omogućuju, počevši od sve većih tvrdih diskova čija se veličina mjeri u gigabajtima ili terabajtima, preko optičkih i drugih medija za pohranu. Brzina dohvata pohranjenih informacija također je s vremenom znatno narasla te više nije usko grlo. Brzine komunikacijskih kanala mogu poduprijeti prijenos podataka koji su tako zahtjevni kao npr. prijenos operativnog zahvata uživo u visokoj razlučivosti (telemedicina). Tehnologije koje dopuštaju takve prijenose široko su dostupne (za kvalitetan prijenos slikovnog i zvučnog zapisa dovoljno je 384 kbit/sec (današnje, široko raširene ADSL linije svojom brzinom premašuju to ograničenje). Posebne mogućnosti proizlaze iz kombinacije multimedijskih tehnologija s komunikacijskim tehnologijama, iz čega proizlazi posebno područje - telemedicina (ili televeterina). Uporabom komunikacijskih tehnologija svi se pohranjeni zapisi mogu ustaljenim komunikacijskim kanalima prenositi na bilo koje udaljenosti. Moguća je izvedba konzultacija na daljinu. Studenti korištenjem ovih tehnologija mogu komunicirati međusobno i s predavačima te tako obavljati konzultacije i razjasniti probleme i nejasnoće na koje naiđu u procesu učenja. Pritom mogu vidjeti i način na koji su drugi studenti došli do rješenja problema. Jedna od prednosti kombinacije tih tehnologija je i slanje slikovnih zapisa o uzorcima tkiva životinja. Na taj način izbjegavamo posljedice neodgovarajućeg ili predugog transporta, transport zaraženog materijala i mogućnost kontaminacije okoliša. Olakšane su i konzultacije sa stručnjacima, specijaliziranim za određeno područje. Nije potrebno slati nalaz ili materijal običnom poštom pri čemu postoje brojni nedostaci, od potrebnog vremena do mogućnosti širenja zaraznih bolesti. Upotrebom novih tehnologija dovoljno je poslati digitaliziranu informaciju koju specijalist može obraditi.

Korištenje elektroničke pošte (*e-mail*) “smanjuje udaljenost” između stručnjaka i konzultanta te predstavlja izvrstan medij za komuniciranje i konzultacije pri čemu osobe

komuniciraju iz vlastite sobe i ne moraju, nepotrebno, trošiti vrijeme na putovanje u situacijama kada je brz odgovor od velike važnosti.

Uz korištenje elektroničke pošte postoji mogućnost telekonferencija koje se odvijaju uživo pri čemu sudionici uz govor imaju i mogućnost promatranja sugovornika ili predmeta razgovora.

Pojava interneta omogućuje prezentaciju materijala svakome tko ima priključak. Upotrebom HTML jezika prikazuju se multimedijski sadržaji a pojava XML jezika pruža jednostavan, stroju i čovjeku razumljiv način za opisivanje podataka povezanih nazivima poznatim čovjeku pomoću iskustva (Klapan i Čikeš, 2001).

Otvara se mogućnost edukacije na daljinu (virtualna sveučilišta). Uporabom postojećih tehnologija uz primjenu sigurnosnih protokola moguće je provjeravati znanje i izdavati uvjerenja o stečenoj edukaciji.

Uporaba multimedije kao i digitalizacija promatranih objekata pruža još neke pogodnosti. Nativni ili konzervirani preparati podložni su vanjskim utjecajima, kvarenju koji uvjetuju promjene koje ih čine neupotrebljivima. Osim toga, znatna je i cijena nabave te održavanja takvih preparata. Primjena računala omogućuje pohranu materijala na različite medije osiguravajući njihovu dugovječnost. Također, nije potrebno plaćati troškove održavanja preparata. Brojna patološka stanja i bolesti izuzetno su rijetki. Pohranom na računala i takve rijetke pojave postaju svakodnevno dostupne.

Nije zanemariva ni financijska strana, jer su preparati skupi za nabavu, pripremu i održavanje (Klapan i Čikeš, 2001).

Primjena multimedijskih tehnika moguća je u mnogim područjima:

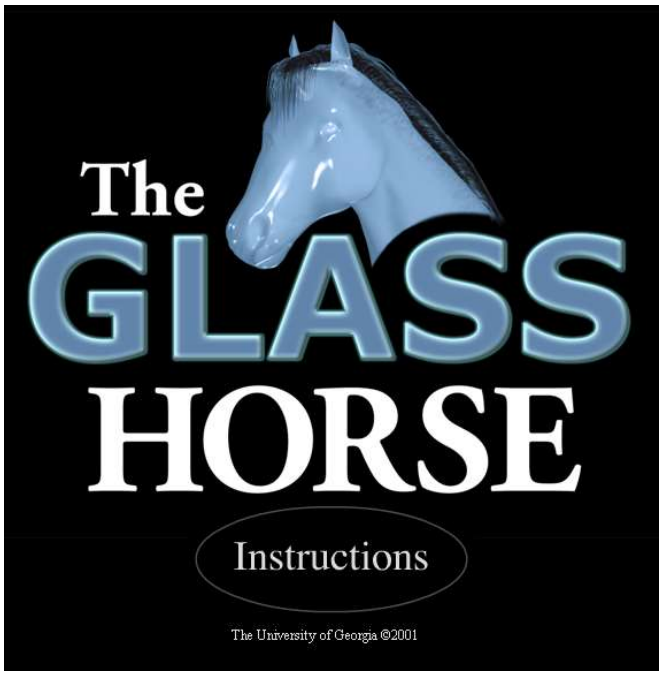
1) digitalizacija rendgenograma, elektrokardiograma, ultrazvučnih zapisa
2) trodimenzionalni modeli pojedinih organa ili organskih sustava
3) trodimenzionalni prikazi operacijskih polja radi planiranja zahvata
4) slanje prikupljenih podataka komunikacijskim kanalima

Sve spomenue zapise moguće je pohraniti zajedno s opisom i klasificirati kako bi se kasnije mogli pretraživati i proučavati te stvoriti bazu znanja.

3.3. Primjeri programskih rješenja za učenje pomoću računala

3.3.1. The Glass Horse

Slika 1. Naslovnica CD-ROM-a *The Glass Horse* (Izvor *Glasshorse* CD-ROM, 2001)



The Glass Horse (Anonymous, 2001c) je edukativna multimedijska aplikacija, s prikazima anatomije probavnog sustava konja, izdana na CD-ROM mediju (Glasshorse, 2001). Podijeljena je na više cjelina koje su radi preglednosti razvrstane u izbornike, a to su: pregled (izbornik *Overview*), pregled normalne (fiziološke) anatomije i fiziologije probavnih organa (izbornik *Normal*) te prikaz patoloških procesa (izbornik *Abnormal*). U preglednom prikazu probavnog sustava konja nalazimo sljedeće cjeline: orijentacijski pregled, pogled kroz prozirnu kožu, gastro-intestinalni sustav (s rebrima), gastro-intestinalni sustav (bez rebara), gastrointestinalni sustav bez tankog crijeva, pogled sa stražnje (rektalne) strane. U pregledu fizioloških osobitosti probavnog sustava nalazimo anatomski prikaz pojedinih organa probavnog sustava: želudac (*Stomach*), tanko crijevo (*Small intestine*), slijepo crijevo (*Caecum*), uzlazni kolon (*Ascending colon*), silazni kolon (*Descending colon*) i ligament između slezene i bubrega (*Renosplenic ligament*). Pregled patoloških procesa daje nam slijedeće mogućnosti: impakcija-začep ileuma (*Ileal impaction*), proksimalni enteritis (*Proximal enteritis*), strangulacija tankog crijeva (*Small*

intestine strangulation), timpanija cekuma (*Cecal tympany*), impakcija velikog kolona (*Large colon impaction*), upala kolona (*Colitis*), lijeva dorzalna dislokacija 1 (*Left dorsal displacement- illustration 1*), lijeva dorzalna dislokacija 2 (*Left dorsal displacement- illustration 2*), desna dorzalna dislokacija 1 (*Right dorsal displacement- illustration 1*), desna dorzalna dislokacija 2 (*Right dorsal displacement- illustration 2*) i zapletaj crijeva (*Volvulus*).

Navedeni prikazi izvedeni su na dva načina:

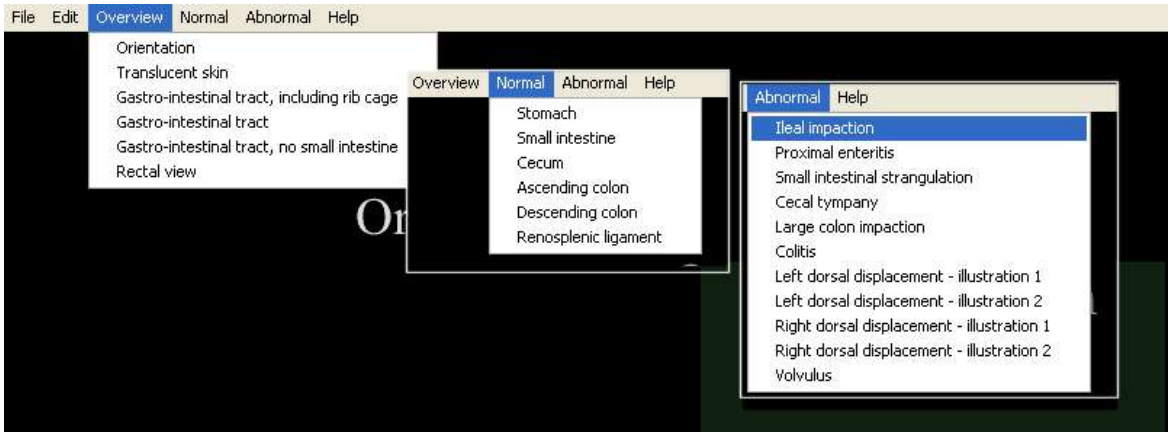
- kao trodimenzionalni objekti s mogućnosti rotiranja u prostoru, povećavanja i umanjivanja (uglavnom za anatomske prikaze organa)
- kao animacija koja prikazuje nastanak određenog (fiziološkog ili patološkog) procesa

Uza sve navedene prikaze moguće je dobiti i tekstualnu informaciju u pisanom ili govornom obliku na engleskom jeziku.

U prvom dijelu ovog multimedijskog materijala koji prikazuje anatomske osobitosti pojedinih organa, svaki je organ predstavljen u obliku trodimenzionalnog objekta s mogućnostima slobodne rotacije u prostoru. Dodatno je omogućeno i povećavanje te smanjivanje prikaza. Sve željene radnje odvijaju se upotrebom računalnog miša.

Nakon pokretanja programa pojavljuje se uvodni zaslon na kojem je istaknuta *tipka* za poziv uputa za uporabu. Ostali se prikazi pozivaju pomoću standardnog izbornika pri vrhu zaslona. Pomoću izbornika korisnik može odabrati između anatomskih prikaza i patoloških stanja gastrointestinalnog sustava.

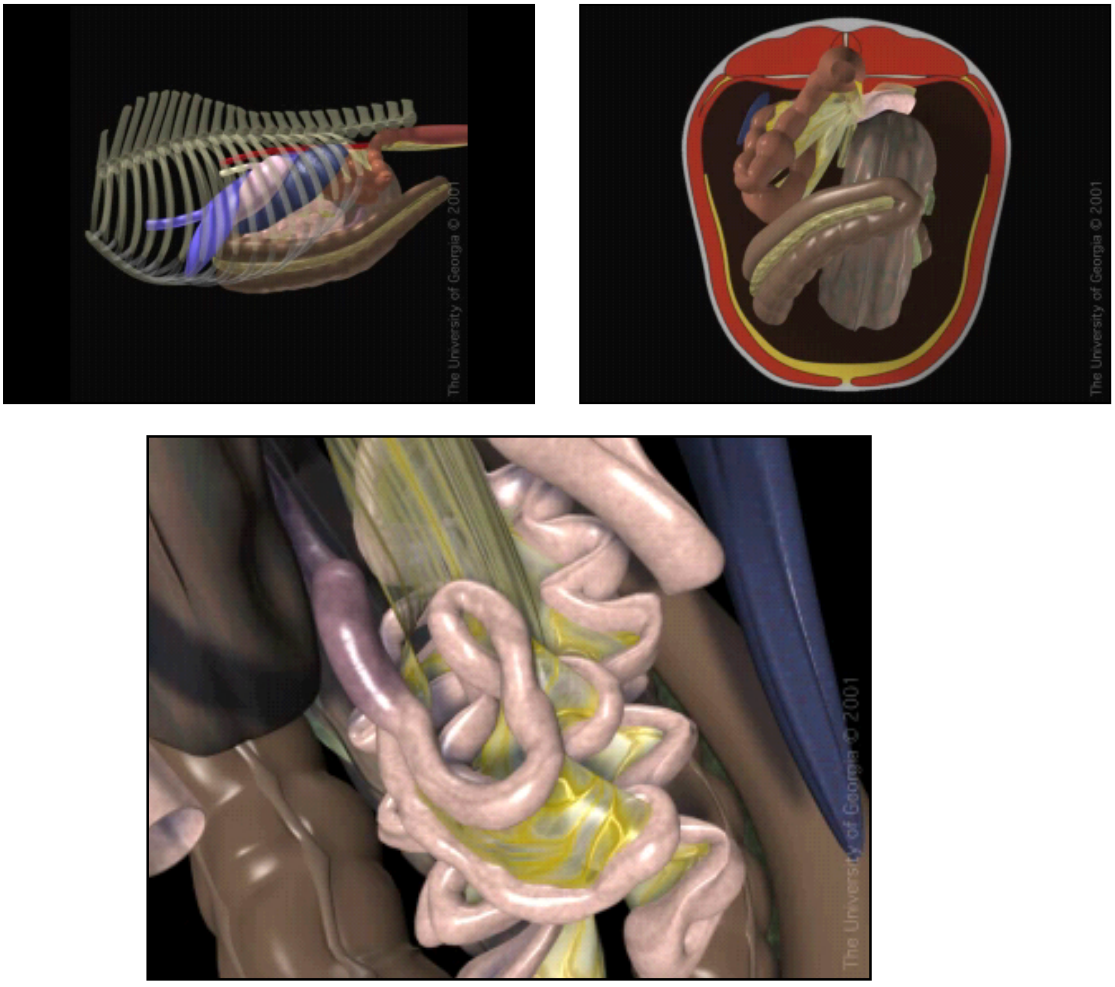
Slika 2. Prikaz izbornika aplikacije *Glass Horse* (Izvor *Glasshorse* CD-ROM, 2001)



Izbornik *Overview* kao prvu stavku nudi *Orientation* čijim odabirom pokrećemo animaciju koja prikazuje anatomiju probavnog sustava konja izvana prema unutra. Animacija počinje prikazom konja s kojeg u sljedećem koraku nestaje kožni pokrov, zatim kosti te se prikazuju unutrašnji organi probavnog sustava. Model probavnog sustava se, nakon toga, trodimenzionalno rotira kako bismo ga mogli proučiti sa svih strana. Ostala četiri prikaza

predstavljaju trodimenzionalne modele: cijelog konja, probavnog sustava s rebrima, probavnog sustava bez prikaza rebara i probavnog sustava bez tankog crijeva.

Slika 3. Prikaz normalne anatomije organa probavnog sustava (Izvor *Glasshorse* CD-ROM, 2001)



Glass Horse CD je vrlo dobar edukativni medij koji umnogome može pomoći studentima prilikom razumijevanja položaja i međuodnosa prikazanih organa te načina nastanka određenih patoloških stanja prikazanih animacijama. Mogućnost rotacije trodimenzionalnih prikaza pruža uvid u sve dijelove prikazanog organskog sustava ili organa te omogućuje razumijevanje njegova smještaja u prostoru. Korisnička kontrola rotacije izvedena je s nekoliko razumljivih naredbi koje omogućuju rotaciju, promjenu veličine i pomicanje prikaza u prostoru korištenjem miša. Animacije patoloških procesa realno prikazuju slijed događaja prilikom njihova nastanka. To je posebno važno zato što se takvi procesi inače opisuju tekstom ili eventualno shematskim prikazom te ih je potrebno zamisliti u prostoru tj. unutar organizma. Prikaz putem animacije pridonosi razumijevanju dinamike nastanka tih procesa. Dodatnu pomoć predstavlja i mogućnost

dobivanja verbalne informacije u pisanom ili obliku zvučnog zapisa, nažalost samo na engleskom jeziku. S obzirom na to da se koristi vizualni i slušni kanal za prijenos informacija, ovaj edukacijski medij koristi i prednosti dualnog kodiranja te tako olakšava korisniku razumijevanje i pamćenje informacija.

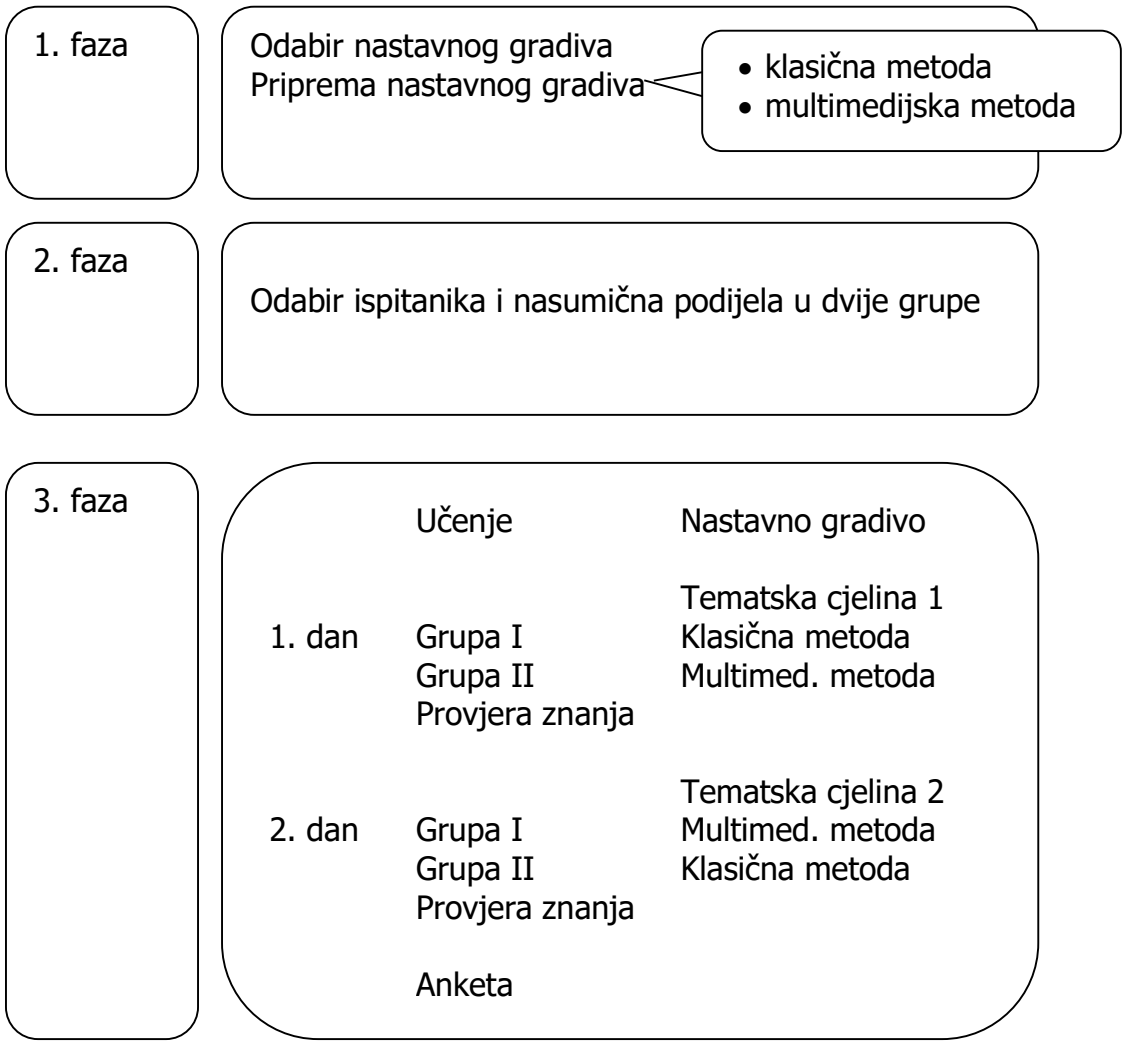
4. MATERIJAL I METODE

Istraživanje smo planirali i proveli kroz tri faze (slika 4). U prvoj fazi izvršen je odabir nastavnog gradiva i njegova priprema uz primjenu klasičnih i multimedijskih metoda.

U drugoj fazi odabrani su ispitanici (studenti) koji će tijekom redovite nastave, u dva dana, sudjelovati u istraživanju kroz učenje, provjeru znanja i anketu. Nakon odabira, ispitanici su podijeljeni nasumičnim izborom u dvije grupe.

Treća faza sastojala se od dva dana tijekom kojih su ispitanici naizmjenično učili prvu odnosno drugu nastavnu cjelinu. Po završetku učenja prvog i drugog dana provedena je pismena provjera znanja, koja je u okviru drugog dana uključivala i pismenu anketu svih ispitanika.

Slika 4. Shematski prikaz faza istraživanja (izvor: Autorski rad)



4.1. Skupine ispitanika

Ispitanici su odabrani na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu za vrijeme izvođenja nastave iz predmeta Parazitologija i invazijske bolesti koji je obvezni dio nastavnog programa za studente treće godine studija. Radi izvođenja pokusa, za vrijeme predavanja u sklopu redovite nastave, ukupno 60 studenata treće godine studija slučajnim odabirom podijelili smo u dvije skupine od po 30 studenata. Naknadnom provjerom utvrdili smo da između promatranih skupina studenata nisu postojale značajne razlike u dotad postignutom uspjehu na studiju kao ni razlike u učestalosti pohađanja predavanja.

4.2. Metode pripreme nastavnog gradiva

Za potrebe pokusa koristili smo nastavni materijal predmeta Parazitologija i invazijske bolesti koji smo odabrali zbog toga jer pri učenju, uz gradivo u tekstualnom obliku, zahtijeva i korištenje većeg broja slikovnih i shematskih prikaza parazita te njihovih razvojnih ciklusa i razvojnih oblika. Materijal se sastojao od hrvatskog prijevoda udžbenika *Veterinary parasitology* (Urquhart et al., 1987) i *Helmints, arthropods and protozoa of domesticated animals* (Soulsby, 1982). Udžbenici su dio obvezne literature koju predmetni nastavnici na početku svake akademske godine propisuju za studente. U suradnji s voditeljem predmeta odabrali smo prikaz dviju nastavnih cjelina koje se odnose na dvije bolesti životinja uzrokovane parazitima. U okviru spomenutog gradiva studenti svladavaju opis uzročnika i njegovog životnog ciklusa, tijek bolesti, liječenje i prevenciju.

Odabrane nastavne cjeline uključuju opis bolesti nastalih djelovanjem parazita:

a) *Dirofilaria immitis* - tematska cjelina 1
b) *Macracanthorhynchus hirudinaceus* - tematska cjelina 2

Odabrano je gradivo bilo novost za studente budući da nije obrađeno ranije u nastavnom programu. Time smo isključili mogućnost prenošenja prethodno usvojenog znanja.

Obje nastavne cjeline prikazane su klasičnom i multimedijskom metodom pri čemu smo za oba načina prezentacije gradiva koristili isti izvor teksta i multimedijskih materijala.

Podaci o navedenim parazitarnim invazijama prikazani su kroz više cjelina: uvod, rasprostranjenost parazita, primljive životinje, patogeneza (način nastanka bolesti), klinički znakovi, dijagnostika, terapija i mogućnost prevencije. Pri izradi materijala za učenje pokušali smo postići da se prezentacije razlikuju samo u korištenom mediju (tj. u načinu prezentacije), a ne u količini i vrsti gradiva. Također smo željeli postići što veću

sličnost u nastavnom materijalu kako bi jedina razlika postojala u metodi iznošenja. Zbog toga su prevedenom tekstu dodane i neke slike korištene pri izradi multimedijskog nastavnog materijala.

4.2.1. Priprema nastavnog materijala klasičnom metodom

Nastavni materijal prikazan u okviru klasične metode predstavljao je prijevod teksta iz udžbenika *Veterinary parasitology* (Urquhart et al., 1987) i *Helmints, arthropods and protozoa of domesticated animals* (Soulsby, 1982). Svaki student je dobio pet stranica teksta i slika kao prikaz prve tematske cjeline (prilog A) i tri stranice kao prikaz druge tematske cjeline (prilog B). Osim pisanog teksta kao ilustracija bile su korištene fotografije (četiri u tematskoj cjelini 1 i tri u tematskoj cjelini 2) i po jedna shema razvojnog ciklusa pojedinog parazita. Prikazane slike su zbog ograničenja fotokopirnog uređaja prikazane u više nijansi sive boje.

4.2.2. Priprema nastavnog materijala multimedijskom metodom

Multimedijska prezentacija izrađena je na temelju nastavnih materijala koji su korišteni pri primjeni klasične metode, uz isti način iznošenja gradiva (uvod, rasprostranjenost, primljive životinje, patogeneza, kliničke znakove, dijagnostiku, terapiju i mogućnost prevencije). Ukupni broj prikaza (eng. *slide*) za prvu je tematsku cjelinu bio jedanaest (prilog C) dok je za drugu tematsku cjelinu bio osam (prilog D). Svaka cjelina unutar multimedijskog materijala za učenje predstavljena je kroz jedan ili više prikaza s neograničenim vremenom za proučavanje u okviru zadanog vremena. Za ilustraciju su korištene iste fotografije kao pri izradi klasičnog materijala ali u boji te uz dodatne slikovne prikaze s interneta. Sheme razvojnih stadija parazita, za razliku od statičnog prikaza u klasičnoj metodi, ovdje su animirane. To je podrazumijevalo da student može razvoj parazita vidjeti kao jedinstvenu cjelinu, ili držanjem pokazivača iznad željenog razvojnog stadija, dobiti šire objašnjenje. Uz prikaze koji zahtijevaju odabir pojedinih stavki i kontrola na zaslonu pružen je kratak opis kao pomoć studentima koji su imali manje iskustva u radu s računalom. Pri tome, veću smo pažnju posvetili kvaliteti prikazanog gradiva, a manje korisničkoj kontroli aplikacije.

Za izradu multimedijske aplikacije korišten je softver *Macromedia Authorware 6* (*Authorware, 2001)*. Pri izradi pojedinih cjelina pokušali smo koristiti što više slikovnih prikaza uzročnika, kliničkih znakova i dijagnostičkih procedura (rendgenogrami) uz manje tekstualnih opisa, kako bismo iskoristili prednosti ovog medija.

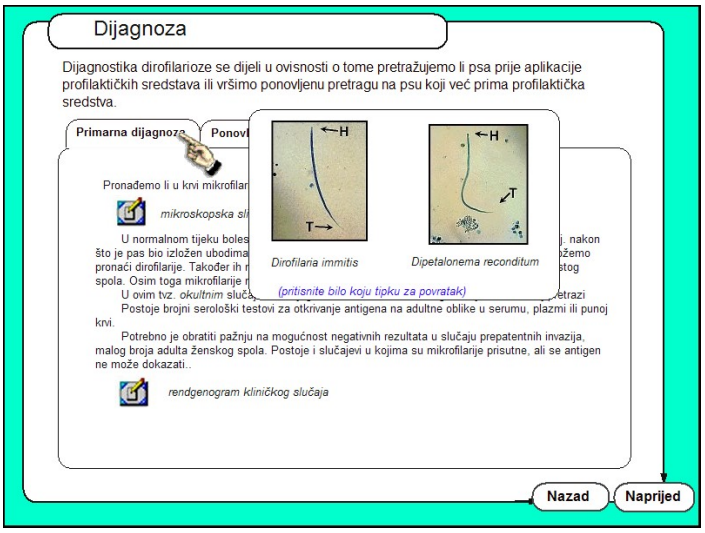
Kontrola aplikacije izvedena je na način slijednog kretanja kroz njezine dijelove uz mogućnost povratka na odabrani dio.

Radi ilustracije razlika u prezentaciji istih sadržaja izrađenih klasičnim ili multimedijskim metodama, usporedno ćemo prikazati gradivo vezano za domaćina, lokalizaciju i dijagnozu uzročnika (slika 4 i 5).

Slika 5. Usporedni primjeri prikaza iz multimedijski i klasično pripremljenog gradiva– tematska cjelina 1 (izvor: Autorski rad)

Prikaz gradiva pripremljenog multimedijskom metodom





Prikaz gradiva pripremljenog klasičnom metodom

Dirofilaria immitis (*eng. heartworm*) je filaroid za kojeg su prirodni nosioci pas i bliski srodnici, tako se invazija događa i u mačaka. Invazija ljudi je sporadična, a rezultira rendgenološkim promjenama koje se prepoznaju po granulomu veličine novčića (*eng. coin lezions*). Njih se često pogrešno dijagnosticira kao novotvorevine te se vrše nepotrebni torakalni operativni zahvati.

Adultni oblici parazitiraju u šupljoj veni i desnoj klijetki srca. Uginuli paraziti cirkulacijom dolaze u pluća, gdje opturiraju plućne arterijske ogranke i uzrokuju infarkte.

Endemska područja se nalaze u svim dijelovima Sjedinjenih Američkih Država ali i na području Južne Europe pa i u nas (Istra).



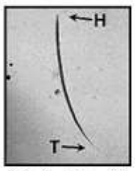
Dijagnostika

Dijagnostika je na području SAD-a veoma dobro razrađena, a temelji se na preporuci društva American Heartworm Society.

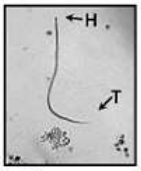
Postupak se razlikuje kada:

- pretragu obavljamo na psima u svrhu primarne dijagnoze (prije nego se psu daju profilaktička sredstva)
- obavljamo ponovnu pretragu na psu koji je već primao preventivnu terapiju

U slučaju primarnog testiranja, nađemo li mikrofilarije u krvi psa, možemo smatrati da pripadaju *Dirfoilariji immitis* ili obliću *Dipetalonemi reconditum*.



Dirofilaria immitis



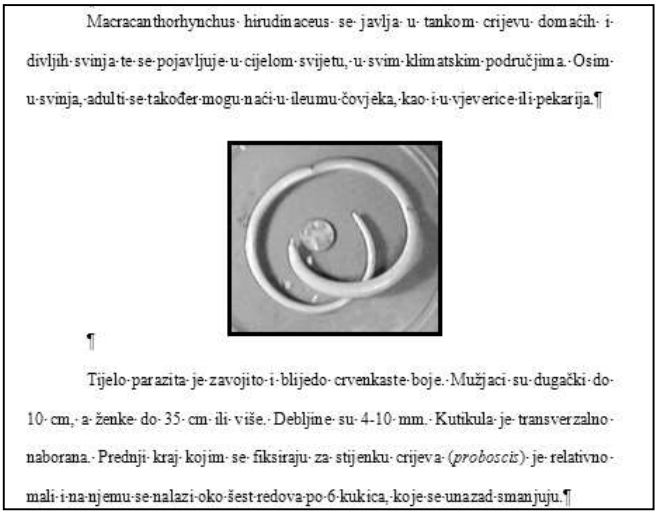
Dipetalonema reconditum

Slika 6. Usporedni primjeri prikaza iz multimedijski i klasično pripremljenog gradiva– tematska cjelina 2 (izvor: Autorski rad)

Prikaz gradiva pripremljenog multimedijskom metodom



Prikaz gradiva pripremljenog klasičnom metodom



Macracanthorhynchus hirudinaceus se javlja u tankom crijevu domaćih i divljih svinja te se pojavljuje u cijelom svijetu, u svim klimatskim područjima. Osim u svinja, adulti se također mogu naći u ileumu čovjeka, kao i u vjeverice ili pekarija.¶

¶

Tijelo parazita je zavojito i blijedo crvenkaste boje. Mužjaci su dugački do 10 cm, a ženke do 35 cm ili više. Debljine su 4-10 mm. Kutikula je transverzalno naborana. Prednji kraj kojim se fiksiraju za stijenku crijeva (*proboscis*) je relativno mali i na njemu se nalazi oko šest redova po 6 kukica, koje se unazad smanjuju.¶

4.3. Učenje, provjera znanja i anketa ispitanika

Za stjecanje znanja o dvjema nastavnim cjelinama studenti su imali na raspolaganju ukupno 120 minuta. Provedba pokusa podrazumijevala je dva dana tijekom kojih su učinjene izmjene vezane za dvije nastavne cjeline i dvije skupine studenata. Prvi dan je skupina studenata I. u predavaonici proučavala tematsku cjelinu 1 prezentiranu u klasičnom obliku. Za isto vrijeme, istu tematsku cjelinu (tematska cjelina 1) je skupina studenata II. proučavala u Računalnoj učionici Veterinarskog fakulteta u multimedijskom obliku. Nakon 60 minuta samostalnog učenja gradiva studenti su pristupili pismenoj provjeri znanja u trajanju od 15 minuta. Pismena provjera znanja uključila je odgovaranje na ukupno 15 pitanja u obliku više ponuđenih odgovora od kojih je jedan bio točan (prilozi E i F).

Isti je postupak proveden i drugi dan kada su prethodno odabrane skupine studenata imale na raspolaganju 60 minuta za svladavanje druge tematske cjeline pri čemu je skupina I. koristila multimedijski oblik ponuđenog gradiva, a skupina II. klasični oblik ponuđenog gradiva. Za razliku od prvog dana, nakon provedene pismene provjere znanja, obje skupine ispitanika pristupile su i pismenoj anketi o njihovim dojmovima vezanim za načine učenja. Anketa je bila anonimna i uključivala je odgovore na 11 pitanja te dodatnu mogućnost slobodnog komentara (prilog G). Pri sastavljanju pitanja za anketu konzultiran

je psiholog. Tom smo anketom od studenata željeli dobiti podatke o njihovm navikama pri učenju, iskustvu u uporabi računala te njihovoj ocjeni prikaza nastavnog gradiva (lakoća korištenja softvera, kvaliteta izvedbe i zamor pri učenju). Osim kroz pitanja i ponuđene odgovore, u anketi ispitanici su mogli iznijeti svoje slobodne komentare vezane za uporabu multimedije pri učenju.

4.4. Prikaz troškova poučavanja klasičnom i multimedijskom metodom

Prikaz troškova radili smo na temelju podataka za tri uzastopne godine (2008., 2009. i 2010.). Pritom smo uzeli u obzir prvu godinu (2008.) kao polaznu godinu u kojoj su troškovi različiti u odnosu na sljedeće dvije godine (2009. i 2010.). Kao izvor podataka za proračun troškova korišteni su podaci iz Računovodstva Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Samoanalize (Anonymous, 2002) te odgovarajućih dokumenata vezanih za ustroj, djelatnost i osoblje Fakulteta.

U troškove za izradu nastavnih materijala uz pomoć klasične metode uključili smo slijedeće pokazatelje: troškovi tekućeg održavanja opreme i prostora (temelje se na površini Zavoda za parazitologiju i invazijske bolesti i prosječnoj cijeni održavanja prostora po četvornom metru), plaće nastavnika u znanstveno-nastavnom zvanju (osnova izračunata za zvanje redoviti profesor u trajnom zvanju uključuje: koeficijent, dodatak za doktorat, uvećanje za godine staža te bruto satnicu), plaće pomoćnog osoblja, troškove fotokopiranja (broj stranica pomnožen s brojem studenata i cijenom fotokopiranja jedne stranice).

Pri izračunu troškova za izradu nastavnih materijala uz pomoć multimedijske metode uzeti su u obzir: nabavna cijena softvera (*Macromedia Authorware 6*), plaća nastavnika u znanstveno-nastavnom zvanju, plaća programera (cijena jednog sata programera pomnožena s brojem sati), cijena CD medija (cijena jednog CD medija pomnožena s brojem studenata).

4.5. Statistička obrada podataka

Pri obradi i grafičkom prikazu podataka koristili smo se softverom Statistica ver. 6.0 (Statsoft Inc., 2002) i Microsoft Office 2003 *(Microsoft, 2003)*. Statističku značajnost ($p<0,05$) za razlike utvrđene kod analiziranih obilježja procijenili smo koristeći neparametrijske metode (Mann-Whitneyev U test, Wilcoxonov test i hi-kvadrat test).

5. REZULTATI I RASPRAVA

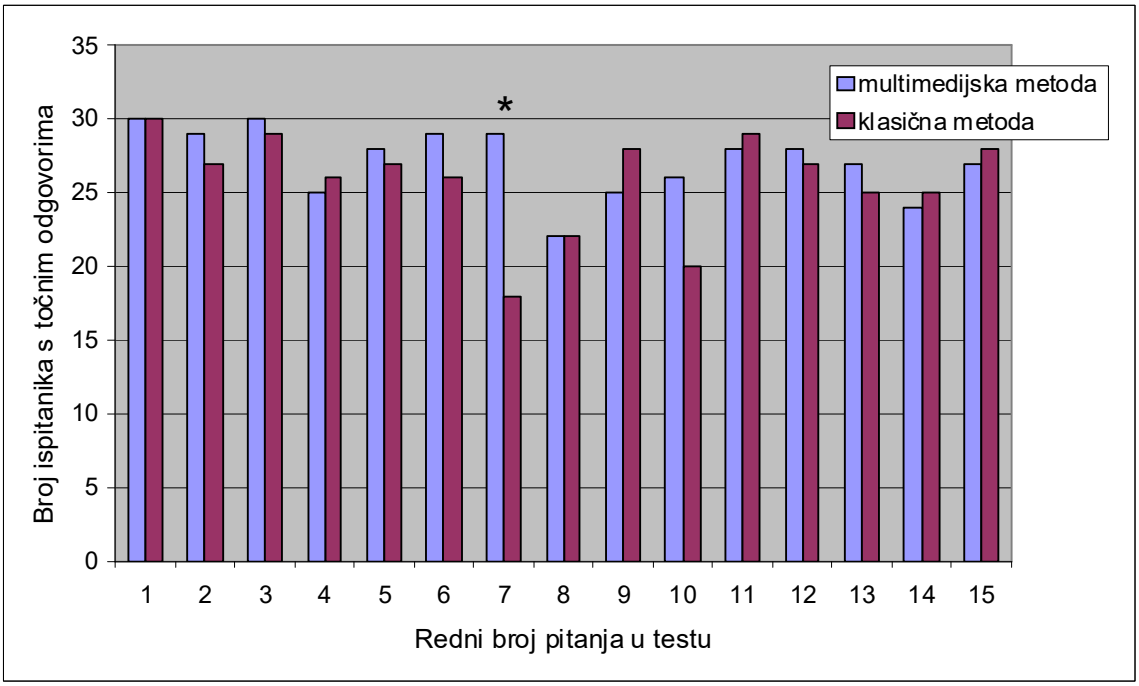
Rezultate istraživanja prikazali smo uz pomoć tablica i grafikona.

5.1. Rezultati provjere znanja nakon učenja iz nastavnih materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom

Tablica 1. Prosječan broj i udio točnih odgovora na pismenoj provjeri znanja nakon učenja uz pomoć materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom (izvor: Autorski rad)

Nastavno gradivo	Metoda pripreme materijala za učenje		P
	Klasično	Multimedijski	
Tematska cjelina 1	12,9 (86,00%)	13,8 (92,00%)	0,032
Tematska cjelina 2	12,1 (80,67%)	12,2 (81,33%)	0,896

Grafikon 1. Razlike u broju ispitanika s pozitivnim odgovorom na pitanja testa 1 (tematska cjelina 1) nakon različitih metoda učenja. (izvor: Autorski rad)

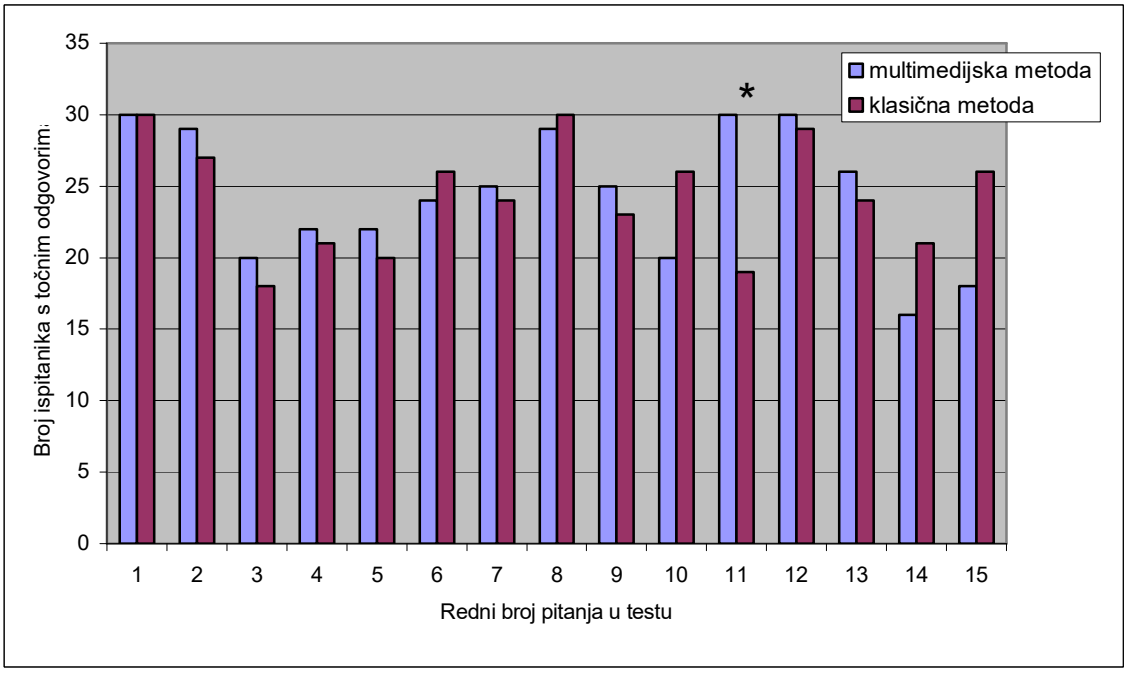


* $p<0,05$

Tablica 2.: Broj i udio točnih odgovora na pojedina pitanja iz nastavne cjeline 1 nakon učenja iz materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom (izvor: Autorski rad)

Redni broj pitanja	Broj i udio točnih odgovora		P
	Klasična metoda učenja	Multimedijska metoda učenja	
1	30 (100,00%)	30 (100,00%)	>0,05
2	27 (90,00%)	29 (96,67%)	>0,05
3	29 (96,67%)	30 (100,00%)	>0,05
4	26 (86,67%)	25 (83,33%)	>0,05
5	27 (90,00%)	28 (93,33%)	>0,05
6	26 (86,67%)	29 (96,67%)	>0,05
7	18 (60,00%)	29 (96,67%)	**<0,05**
8	22 (73,33%)	22 (73,33%)	>0,05
9	28 (93,33%)	25 (83,33%)	>0,05
10	20 (66,67%)	26 (86,67%)	>0,05
11	29 (96,67%)	28 (93,33%)	>0,05
12	26 (86,67%)	28 (93,33%)	>0,05
13	25 (83,33%)	27 (90,00%)	>0,05
14	25 (83,33%)	24 (80,00%)	>0,05
15	28 (93,33%)	27 (90,00%)	>0,05

Grafikon 2. Razlike u broju ispitanika s točnim odgovorom na pitanja testa 2 (tematska cjelina 2) nakon učenja iz materijala pripremljenih multimedijskom ili klasičnom metodom (izvor: Autorski rad).



* p<0,05

Tablica 3.: Broj i udio točnih odgovora na pojedina pitanja iz nastavne cjeline 2 nakon učenja iz materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom (izvor: Autorski rad)

Redni broj pitanja	Broj i udio točnih odgovora		P
	Klasična metoda učenja	Multimedijska metoda učenja	
1	30 (100,00%)	30 (100,00%)	>0,05
2	27 (90,00%)	29 (96,67%)	>0,05
3	18 (60,00%)	20 (66,67%)	>0,05
4	21 (70,00%)	22 (73,33%)	>0,05
5	20 (66,67%)	22 (73,33%)	>0,05
6	26 (86,67%)	24 (80,00%)	>0,05
7	24 (80,00%)	25 (83,33%)	>0,05
8	30 (100,00%)	29 (96,67%)	>0,05
9	23 (76,67%)	25 (83,33%)	>0,05
10	26 (86,67%)	20 (66,67%)	>0,05
11	19 (63,33%)	30 (100,00%)	**<0,05**
12	29 (96,67%)	30 (100,00%)	>0,05
13	24 (80,00%)	26 (86,67%)	>0,05
14	21 (70,00%)	16 (53,33%)	>0,05
15	26 (86,67%)	18 (60,00%)	>0,05

5.2. Usporedba isplativosti uporabe klasične ili multimedijske metode u procesu poučavanja

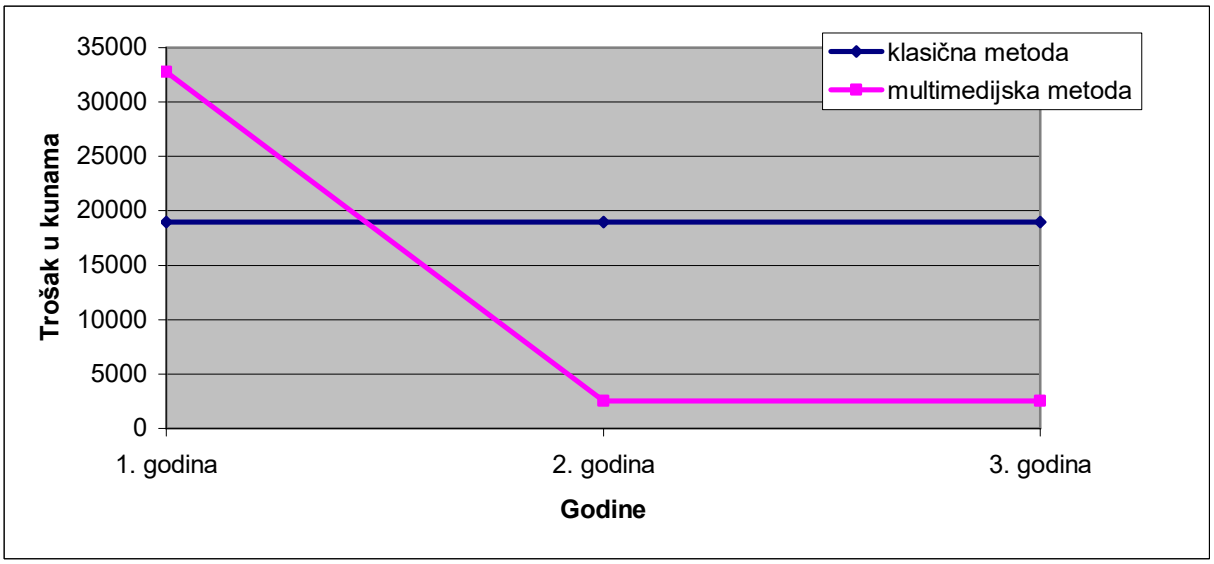
Tablica 4.: Izračun troškova pri poučavanju klasičnom metodom (u kunama) (izvor: Autorski rad)

Klasična metoda	**1. godina**	**2. godina**	**3. godina**
troškovi tekućeg održavanja opreme i prostora	17.791,38	17.791,38	17.791,38
plaća profesora (6 sati)	750,36	750,36	750,36
plaća pomoćnika (4 sata)	100,00	100,00	100,00
fotokopiranje (10 stranica za 120 studenata)	300,00	300,00	300,00
	18.941,74	18.941,74	18.941,74
Ukupno 56825,22 kn			

Tablica 5.: Izračun troškova pri poučavanju multimedijskom metodom (u kunama) (izvor: Autorski rad)

Multimedijska metoda	**1. godina**	**2. godina**	**3. godina**
softver (Multimedia Authorware)	23.990,00	-	-
kodiranje (izrada multimedijskog softvera)	7.500,00	1.250,00	1.250,00
CD mediji	306,00	306,00	306,00
plaća profesora	750,36	750,36	750,36
plaća pomoćnika	100,00	100,00	100,00
Fotokopiranje	120,00	120,00	120,00
	32.766,36	2.526,36	2.526,36
Ukupno 37819,08 kn			

Grafikon 3. Kretanje razlike u troškovima za pripremu nastavnih materijala klasičnom i multimedijskom metodom tijekom razdoblja od tri godine (izvor: Autorski rad)



5.3. Sagledavanje vlastitih rezultata s rezultatima istraživanja drugih autora

Istraživanje je provedeno na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Ispitnu skupinu činili su studenti treće godine studijskog programa koji je uključivao deset semestara tijekom kojih svladavaju znanje i vještine vezane ponajprije uz građu i strukturu organizma životinja, zatim funkciju pojedinih organa i organskih sustava, nakon čega se upoznaju s uzročnicima i procesima nastanka bolesti, njihovim liječenjem i nadzorom te kvalitetom životinjskih proizvoda koji služe za prehranu ljudi u funkciji javnog zdravstva.

Pri izvođenju studijskog programa studenti usvajaju znanje putem teorijskih oblika nastave (predavanja i seminara) te vježbi od kojih se dio izvodi u kontroliranim uvjetima zavoda i klinika Fakulteta, a dio u terenskim uvjetima veterinarske prakse. Provjera znanja provodi se najčešće usmenim ispitom, a rjeđe kombinacijom pisanog i usmenog ispita. Nastavno gradivo na studiju veterinarske medicine kao i očekivane kompetencije završenih studenata predmet su dugogodišnjeg međunarodnog usklađivanja s ciljem da završeni studenti odmah nakon završetka studija mogu u velikoj mjeri samostalno obavljati veterinarsku djelatnost (EAEVE, 2002; 2012).

Veterinarska je medicina zakonski regulirana profesija koju čini vrlo dinamično područje za poučavanje budući da s jedne strane vrlo brzo raste količina novih spoznaja, a s druge strane raste potreba što bržeg prijenosa tih spoznaja u praksu. To nameće potrebu trajne edukacije kao i potrebu da se tehnologija nastavnog procesa stalno unapređuje s tendencijom manjeg udjela teoretske nastave (predavanja), a što većeg udjela samostalnog učenja i praktičnog rada samih studenata. Specifičnosti unapređenja nastave veterinarske medicine, kao i drugih biomedicinskih znanosti, ogledaju se u činjenici da studenti u velikoj mjeri moraju ovladati činjenicama, a osim toga i razumjeti uzročno-posljedičnu povezanost pojedinih procesa u organizmu životinja. Stoga klasična udžbenička literatura obiluje fotografijama, shemama, crtežima koji su često u formi različitih atlasa korišteni u poučavanju pojedinih predmeta. Brzina svladavanja tog gradiva kao i razumijevanje materije uvelike su ovisili o količini slikovnih prikaza kao i njihovoj kvaliteti. Nove mogućnosti u prezentaciji gradiva koje se poučava na studijima veterinarske medicine otvorene su uvođenjem računala i informacijskih tehnologija u nastavni proces koji se više temelji na samostalnom radu studenta kao i na mogućnosti da navedena pomagala koriste kod kuće, a ne isključivo na fakultetu. Primjena računala i informacijskih tehnologija važna je za studij veterinarske medicine i zbog još jednog razloga. Naime, primjenom suvremenih etičkih načela, koja u velikoj mjeri reduciraju žive životinje ili njihove leševe kao modele za poučavanje veterinarske medicine, znatno je smanjena mogućnost da student svoje znanje izgrađuje u svakodnevnim situacijama i na primjerima iz prakse. Cijeneći međutim nužnost da student što je više moguće usvaja vještine i kompetencije za različite poslove u veterinarskoj djelatnosti, u sustavu obrazovanja dio praktične nastave na životinjama ili njihovim leševima zamjenjuje se multimedijskim prikazima koji su omogućeni uz primjenu računala i informacijske tehnologije. Osim toga, u populaciji domaćih i divljih životinja, pojavljuju se rijetke bolesti i stanja koje studenti tijekom studija vjerovatno nikada neće susresti. U tim se činjenicama može uočiti važnost multimedijskih prikaza koji čuvaju informacije o takvim stanjima i omogućuju njihov prikaz u bilo kojem vremenskom razdoblju. Moramo spomenuti i uporabu makroskopskih te mikroskopskih preparata pri učenju koji se mogu koristiti ograničeno vrijeme kroz koje zadržavaju prvobitne karakteristike. Nakon proteka tog vremena nastaju nepovratne promjene na tkivima zbog starenja i djelovanja sredstava za konzerviranje te se smanjuje

njihova uporabna vrijednost. Korištenjem multimedijskih prikaza isključujemo utjecaj vremena i kemikalija te omogućujemo uvid u originalno stanje tkiva.

Uvođenje računala i multimedijskih tehnologija u postupke poučavanja studenata veterinarske medicine otvara brojna pitanja od kojih je najvažnije ono kakva će biti razina usvojenog znanja, vještina i kompetencija s obzirom na suvremene zahtjeve veterinarske djelatnosti. Vodeći se tim pitanjem, u ovom je istraživanju analiziran učinak dvaju načina prikazivanja nastavnog gradiva. Kao nastavno gradivo za istraživanje odabrana je materija koju studenti usvajaju u okviru predmeta Parazitologija i invazijske bolesti. Predmet je obvezni dio edukacije doktora veterinarske medicine i u dugogodišnjoj praksi poučavanja pri njegovom izvođenju nastavnici su se služili predavanjima i vježbama. Kao izvore podataka za učenje studenti su najčešće koristili udžbenike, bilješke s predavanja i makroskopske odnosno mikroskopske preparate parazita. Pri prikazu nastavne materije iz navedenog predmeta postojala je općeprihvaćena shema koja je za pojedinu parazitsku bolest uključivala podatke o nazivu i raširenosti uzročnika, životnom ciklusu uzročnika i njegovu prodoru u tijelo ili na tijelo životinje nositelja, razvoju patoloških promjena u organizmu nositelja, mogućnosti dijagnostike i liječenja odnosno profilakse. Navedena shema počiva na vizualizaciji mnogih činjenica koje student mora usvojiti, a to je ponajprije morfologija parazita i njihovih razvojnih stadija, zatim ciklusa u kojima se često razvoj pojedinih stadija parazita izmjenjuje s različitim prijenosnicima i nositeljima. To od studenta zahtijeva pamćenje slijeda događaja u patogenezi kao i razumijevanje uzročno-posljedičnih odnosa. Vodeći se upravo takvim predmetom učenja, u našem smo istraživanju pripremili istu materiju na klasičan način s preslikom teksta i odgovarajućih ilustracija iz standardnog udžbenika za poučavanje studenata te na multimedijski način pripremom prezentacije na računalu koja je istu materiju prikazivala u reduciranom tekstualnom obliku ali uz više fotografija i shematskih prikaza. U istraživanju smo krenuli od hipoteze da bi studenti trebali ostvariti bolje rezultate na testu provjere znanja nakon učenja pomoću multimedijskog računalnog prikaza u odnosu na klasični prikaz iz tiskanog udžbenika. Analizom postignutih rezultata na pismenoj provjeri znanja nismo utvrdili značajno bolje rezultate kod studenata koji su učili iz multimedijskog prikaza. Uzevši u obzir rezultate u cjelini, može se reći da je općenito, pri objema primijenjenim metodama učenja ostvaren relativno dobar rezultat na provjeri znanja te da ujedno taj rezultat ne govori u prilog značajnije prednosti ako student uči iz multimedijske prezentacije. Slične rezultate u istraživanjima primjene multimedijskih metoda u poučavanju dobili su i Washington i suradnici (1999) koji su proveli istraživanje na stjecanju znanja iz područja biomehanike. Njihovi rezultati nisu pokazali statistički značajne razlike u uspjehu nakon poučavanja navedene materije iz materijala pripremljenih klasičnom, odnosno multimedijskom metodom. U prilog spoznaji da se nakon učenja iz klasičnih i multimedijskh izvora ostvaruju slični rezultati usvojenog znanja idu i zaključci Ruiza i suradnika (2006). Oni su analizirali različite oblike računalima potpomognutog učenja u

edukaciji medicinara, koristeći se podacima 76 istraživanja provedenih s liječnicima, nižim medicinskim osobljem i stomatolozima. Rezultati su pokazali da je poučavanje na multimedijskoj osnovi polučilo iste rezultate kao i ono na klasičnim osnovama.
Promatrajući detaljnije predmet poučavanja kao i pitanja na pismenoj provjeri znanja (grafikon 1 i 2 te tablice 1, 2, 3) vidljivo je da su u većini pitanja ispitanici ostvarili bolji rezultat nakon učenja uz primjenu multimedijske metode, pri čemu je u slučaju dvaju pitanja (7. pitanje, test 1 i 11. pitanje test 2) ta razlika bila izrazito naglašena i statistički značjna ($p<0,05$). Analizirajući o kojim pitanjima se radi vidljivo je da je riječ o usvojenom znanju koje je u multimedijskoj prezentaciji, uz tekst, bilo predstavljeno slikom. To potvrđuje tvrdnje Allena (2007, citirano prema Steen, 2008) koji je naveo široko prihvaćenu teoriju Glassera o piramidalnom prikazu količine usvojenog znanja iz različitih izvora u kojoj se navodi da gledanjem vizualnih sadržaja usvajamo 30% znanja dok je za čitanje taj postotak znatno niži i iznosi svega 10%. Osim toga, taj rezultat potvrđuje i teorija dualnog kodiranja (Alessi i Trollip, 2001). U slučaju našeg istraživanja tu tvrdnju podupiru već prije spomenti rezultati prema kojima je u većini pitanja s izrazito vizualnim karakterom postignut i bolji rezultat.

Pri uvođenju novih metoda poučavanja, značajan čimbenik su ekonomski učinci promatrani prvenstveno kroz troškove nastale pri održavanju i amortizaciji postojeće opreme, nabavi nove opreme, angažiranju nastavnika kao i mogućnostima distribucije nastavnih materijala. Uvođenje računala u procese edukacije načelno znači veća početna ulaganja, međutim treba ih sagledavati u kontekstu ukupne informatizacije koja se provodi na jednoj visokoškolskoj ustanovi. Na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu proces informatizacije u početnoj je fazi bio više usmjeren na primjenu u znanosti i poslovnim procesima dok je uporaba računala u nastavne svrhe u većoj mjeri krenula s već prije opisanim novim zahtjevima u pogledu šire dostupnosti literature, a onda i zamjene nekih preparata sa "zamjenskim prikazima“ na računalu. U tom su kontekstu značajni troškovi bili prije svega povezani s nabavom računalne opreme koja je u prvoj fazi služila znanstvenicima i administrativnim službama Fakulteta, a nakon toga i studentima. U sljedećoj fazi poodmakle informatizacije Fakulteta formirana je kompjutorska učionica s novim računalima. To je popraćeno i sve većom nabavom različitih simulacijskih programa koji studentima služe za stjecanje znanja iz prirodnih, kliničkih, a u manjoj mjeri i parakliničkih predmeta. U trenutku provođenja našeg istraživanja uporaba računala u edukaciji studenata bila je vrlo rijetka i svedena uglavnom na individualni rad samog studenta. U tom je smislu provedeno istraživanje bilo prvi organizirani postupak u kojem je nastavnik predmeta sustavno odredio nastavnu cjelinu, način njezine prezentacije za studente s posebnim naglaskom na multimedijske tehnike, a nakon toga i provjeru znanja iz tog gradiva. S ekonomskog je stajališta taj postupak bio relativno skup iako su troškovi bili primarno povezani s nabavom odgovarajućeg softvera, a ne nabavom računalne opreme. U tom smislu, naši rezultati ekonomske analize pokazali

su znatno veće troškove za primjenu multimedijskih sadržaja u prvoj godini primjene u odnosu na primjenu klasične metode. Simuliranjem troškova u sljedeće dvije godine pretpostavljen je ujednačeni trošak za primjenu klasične metode dok je trošak multimedijske metode znatno smanjen. Sagledavajući ekonomsku isplativost uvođenja takvih metoda, iz naših se rezultata može zaključiti da njihovo uvođenje u prvoj godini primjene predstavlja znatan trošak koji se odnosi ponajprije na nabavu opreme i softvera dok su troškovi vezani za potrošni materijal i kod jedne i kod druge metode relativno mali. Na slične rezultate upućuju Ruiz i suradnici (Ruiz et al., 2006) koji za jedno istraživanje o poučavanju u medicini, u kojem je provedena i ekonomska valorizacija dviju tehnika poučavanja, izvještavaju da je ispisivanje i distribucija nastavnih materijala bila jeftinija u odnosu na cijenu izrade i distribucije materijala pripremljenih za uporabu na računalu.

Iako u našim istraživanjima nismo bili u mogućnosti valorizirati sve dobiti koje nastaju primjenom jedne ili druge metode poučavanja, moguće je pretpostaviti, a to potvrđuju i navodi Ruiza i suradnika (Ruiz et al., 2006) da primjena multimedijskih tehnika učenja, iako inicijalno skuplja, ipak pridonosi većoj kvaliteti edukacijskog procesa smanjenjem troškova distribucije nastavnih materijala.

Kao jedan od ciljeva našeg istraživanja postavili smo i prikupljanje informacije o osobnim stavovima studenata prema uporabi multimedijskih metoda u učenju (prilog H). U sklopu ankete najprije nas je zanimalo kakve su opće navike ispitanika u učenju. Na temelju odgovora utvrđeno je da većina ispitanika (gotovo 90%) pri učenju koristi više izvora informacija. Uzevši u obzir mnoštvo različitih izvora informacija, ispitanici su većinom prednost dali klasičnim, tiskanim izvorima kao što su: skripta, knjiga, atlas, odnosno slušanje i bilješke s predavanja. To se podudara s rezultatima koje su objavili Kliček i Zekić Sušac (2003a) koji su obrađujući statistički različite metode učenja kod studenata ustvrdili da se oni u učenju najčešće koriste obveznim udžbenicima, konzultacijama s drugim studentima, bilješkama s nastave i internetom. Najrjeđe korišteni izvori su dodatno preporučeni udžbenici i konzultacije s nastavnicima.

Budući da primjena multimedijskih metoda uključuje rad s računalom, našom smo anketom željeli provjeriti i iskustvo studenata u radu s računalom. Izjašnjavanjem studenata utvrđeno je da velika većina ima iskustvo rada s računalom pri čemu je veći udio onih koji su računalo koristili povremeno (64,41%), dok su ostali računalo koristili svakodnevno. Uzevši u obzir takvu distribuciju odgovora može se isključiti da u našem istraživanju manja uspješnost nekih ispitanika dolazi kao posljedica problema u korištenju računala. Osim toga za pretpostaviti je da će svakodnevna upotreba računala kod studenata biti nužnost, a to otvara i šire mogućnosti primjene multimedijskih metoda u učenju. Uvažavajući da uspjeh na provjeri znanja nakon klasične i multimedijske prezentacije materijala za učenje ovisi i o kvaliteti multimedijske prezentacije, tijekom ankete procjenivali smo kako su studenti doživjeli atraktivnost prezentiranog materijala, grafičku izvedbu i jasnoću prikaza. Iako treba uzeti u obzir da su ispitanici po prvi put imali priliku

pri učenju koristiti multimedijski prikaz, iz njihovih odgovora može se zaključiti da je kvaliteta prikaza bila relativno visoka sa zadovoljavajućom grafičkom izvedbom i jasnoćom prikaza. U tom kontekstu posebno nas je zanimalo koji su se dijelovi prezentiranog gradiva pokazali prihvatljivijima u njihovom učenju. Rezultati su pokazali da je multimedijska prezentacija prije svega unaprijedila usvajanje dijela gradiva koje ima vizualni karakter. U većini slučajeva studenti su taj dio brže upamtili, bio im je zabavniji i brzo su se njemu vraćali ako je za to postojala potreba. Takvi rezultati potvrda su sličnih istraživanja (Washington et al., 1999) prema kojima multimedijska prezentacija ne nudi nove činjenice u odnosu na klasični prikaz, već ih čini atraktivnijim čime u studenata ne izaziva zamor već ih jednim dijelom i zabavlja. To je posebno važno uzme li se u obzir spoznaja da je za proces učenja izuzetno važna motivacija, a motivacija izrazito opada s porastom zamora pri učenju (Alessi i Trollip, 2001). Studenti su relativno malo koristili mogućnost da svojim slobodnim komentarima dodatno pokažu osobni stav o primjeni multimedije u učenju. Na malom broju komenatara uočljiva je tendencija pozitivnog stava prema tom mediju kao i dodatnim mogućnostima za njegovo širenje (samoučenje, učenje kod kuće putem prenosivih medija).

5.4. Tumačenje rezultata u kontekstu postavljenih hipoteza istraživanja

Promatrajući u cjelini rezultate vlastitih istraživanja, te uspoređujući ih s rezultatima sličnih istraživanja drugih autora, možemo ustvrditi da su polazne hipoteze ovog rada u različitom stupnju potvrđene.

Prva hipoteza, prema kojoj multimedijski sadržaji čine prezentirano gradivo pristupačnijim i zanimljivijim, a u pripremi i izvođenju isplativijim, potvrđena je u dijelu koji se odnosi na pristupačnost i zanimljivost nastavnog gradiva. Dio koji se odnosi na isplativost izvođenja, u našem istraživanju, nije potvrđen posebice u prvoj godini pripreme i provođenja učenja uz pomoć multimedijskih metoda, budući da su u toj godini troškovi bili veći u odnosu na korištenje klasične metode.

Druga hipoteza našeg istraživanja glasila je da studenti (veterinarske medicine) na provjeri znanja postižu bolji uspjeh ako pri učenju koriste multimedijsku prezentaciju gradiva. Rezultati našeg istraživanja djelomično idu u prilog navedenoj hipotezi jer su studenti učeći iz materijala pripremljenih multimedijskim metodama postigli bolji uspjeh u odnosu na studente koji su učili iz klasično pripremljenih materijala. Razlika je, međutim, bila mala i statistički neznačajna, pa stoga nisu prikupljeni sigurni dokazi i navedena hipoteza ne može biti prihvaćena.

Treća hipoteza glasila je da se primjenom određenih multimedijskih rješenja ostvaruju bolji rezultati u edukaciji što se može objasniti preko specifičnosti gradiva na studiju veterinarske medicine. Na temelju utvrđenih rezultata hipoteza se može smatrati

potvrđenom budući da je u pripremi nastavnih materijala bilo moguće većinu informacija kvalitetinije prikazati upotrebom multimedijskih tehnika. Ispitanici su svojim izjašnjavanjem u anketi s visokim postotkom ocijenili da to doprinosi lakšem usvajanju znanja i sveukupno većoj motivaciji za učenje .

6. ZAKLJUČAK

Valorizacija učinaka multimedijskih tehnika pri učenju provedena je na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. U istraživanje je uključeno 60 studenata koji su usvajajući znanja iz dvije tematske cjeline naizmjenično koristili materijale pripremljene klasičnom ili multimedijskom metodom. Klasična metoda uključivala je nastavnu građu iz udžbenika dok je multimedijska metoda podrazumijevala istu građu pripremljenu na računalu uz uporabu odgovarajuće programske podrške. Učinci dvije navedene metode za poučavanje valorizirani su pismenom provjerom znanja provedenom neposredno nakon učenja te anketom u kojoj su ispitanici mogli iskazati svoje dojmove putem odgovora na pitanja i slobodnim komentarima.

Uvažavajući polazne hipoteze i utvrđene rezultate naše istraživanje potvrdilo je da multimedijski sadržaji čine prezentirano gradivo za studente pristupačnijim, zanimljivijim, a dijelom i zabavnijim. To je posebno važno sa stajališta pozitivne motivacije i manjeg umaranja pri učenju.

Ekonomskom analizom troškova koji nastaju pri pripremi i izvođenju nastave klasičnim i multimedijskim metodama utvrđeno je da su u prvoj godini troškovi uporabe multimedijskih metoda znatno veći, međutim promatrano kroz duže (trogodišnje) razdoblje ti troškovi u odnosu na klasičnu metodu postaju manji i relativno konstantni.

Iako je utvrđeno da su posebice kod pitanja vezanih za vizualnu nastavnu građu studenti u pravilu postizali bolje rezultate, ukupni uspjeh na provjeri znanja bio je samo neznatno bolji nakon učenja iz materijala pripremljenih multimedijskom metodom.

Uzimajući u obzir rezultate u cjelini, a posebno sa stajališta da u poučavanju studija veterinarske medicine postoji veća količina nastavnih sadržaja koji uz verbalne podrazumijevaju i slikovne prikaze, čini se opravdanim u poučavanje uvoditi sve više mutimedijskih metoda.

Rezultati utvrđeni ovim istraživanjem mogu poslužiti kao polazna osnova u valorizaciji učinaka multimedijskih tehnika u različitim područjima, a posebice u onim vezanim za biomedicinske znanosti. Time se otvara mogućnost preciznijeg planiranja nastavnog procesa koji u ovim znanostima sve više počiva na uporabi računala te prezentacijama, modelima i prikazima koji zamjenjuju rad sa živim životinjama. U tom kontekstu nameće se potreba daljnjih istraživanja, osobito ekonomskih učinaka pri poučavanju, koji ne mogu biti ocjenjivani samo putem troškova već i uz uvažavanje teško mjerljivih dobiti koje se očituju boljim ishodima učenja i kompetencijama završenih studenata.

7. POPIS OZNAKA I KRATICA

1.	ACT-R	Adaptive character of thought	Teorija prilagodljivog karaktera misli
2.	ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	
3.	ARPA	Advanced Research Project Agency	Agencija američkog Ministarstva obrane za tehnički razvoj i istraživanje
4.	CAD	Computer Aided Design	Računalno projektiranje i proizvodnja
5.	CAI	Computer Assisted Instruction	Računalna izobrazba
6.	CAVE	Cave Automatic Virtual Environment	
7.	CBI	Computer Based Instruction	Učenje pomoću računala
8.	CD-ROM	Compact Disc Read Only Memory	Kompaktni disk – memorija namijenjena samo čitanju
9.	CERN	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire	Europski savjet za nuklearna istraživanja
10.	EAEVE	European Association of Establishments for Veterinary Education	Europska udruga ustanova za veterinarsku naobrazbu
11.	GUI	Graphical User Interface	Grafičko korisničko sučelje
12.	HTML	Hypertext Markup Langugage	Programski jezik za izradu hipertekstualnih dokumenata
13.	HTTP	Hypertext Transfer Protocol	Protokol za prijenos hipertekstualnih dokumenata
14.	IBM	International Business Machines	
15.	ISDN	Integrated Services Digital Network	Digitalna mreža združenih usluga
16.	LAN	Local Area Network	Lokalna računalna mreža
17.	NASA	National Aeronautics and Space Administration	Nacionalna uprava za aeronautiku i svemir
18.	NLS	oNLine System	
19.	PARC	Palo Alto Research Center	Palo Alto istraživački centar
20.	PC	Personal Computer	Osobno računalo
21.	PLATO	Programmed Logic Automated Operations	
22.	TICCIT	Time-Shared Interactive Computer-Controlled Information Television	
23.	VARK	Visual, Aural, Read/Write, and Kinesthetic Learning style	Vizualni, slušni, verbalni i kinestetički stil učenja
24.	VIEW	Virtual Environment Workstation	
25.	WAN	Wide Area Network	Mreža širokog područja
26.	WWW	World Wide Web	
27.	XML	eXtensible Markup Language	

8. POPIS TABLICA, GRAFIKONA I SLIKA

Tablica 1.	Prosječan broj i udio točnih odgovora na pismenoj provjeri znanja nakon učenja uz pomoć materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom	str. 48
Tablica 2.	Broj i udio točnih odgovora na pojedina pitanja iz nastavne cjeline 1 nakon učenja iz materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom	str. 49
Tablica 3.	Broj i udio točnih odgovora na pojedina pitanja iz nastavne cjeline 2 nakon učenja iz materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom	str. 49
Tablica 4.	Izračun troškova pri poučavanju klasičnom metodom (u kunama)	str. 49
Tablica 5.	Izračun troškova pri poučavanju multimedijskom metodom (u kunama)	str. 50
Grafikon 1.	Razlike u broju ispitanika s pozitivnim odgovorom na pitanja testa 1 (tematska cjelina 1) nakon različitih metoda učenja.	str. 48
Grafikon 2.	Razlike u broju ispitanika s točnim odgovorom na pitanja testa 2 (tematska cjelina 2) nakon učenja iz materijala pripremljenih multimedijskom ili klasičnom metodom.	str. 48
Grafikon 3.	Kretanje razlike u troškovima za pripremu nastavnih materijala klasičnom i multimedijskom metodom tijekom razdoblja od tri godine	str. 50
Slika 1.	Naslovnica CD-ROM-a Glasshorse	str. 37
Slika 2.	Prikaz izbornika aplikacije *Glass Horse*	str. 38
Slika 3.	Prikaz normalne anatomije organa probavnog sustava	str. 39
Slika 4.	Shematski prikaz faza istraživanja	str. 41
Slika 5.	Usporedni primjeri prikaza iz multimedijski i klasično pripremljenog gradiva– tematska cjelina 1	str. 44
Slika 6.	Usporedni primjeri prikaza iz multimedijski i klasično pripremljenog gradiva– tematska cjelina 2	str. 45

9. LITERATURA

1. Alessi, S. M., Trollip, S. R. (2001) *Multimedia for Learning: Methods and Development*. 3rd ed. Needham Heights: Allyn & Bacon

2. Allen, M. W. (2007). Designing Successful ELearning. *San Francisco: Pfeiffer* (prema Steen, 2008).

3. Andrilović, V., Čudina, M. (1985) *Psihologija učenja i nastave*, Zagreb:Školska knjiga

4. Anonymous (1986): Directive 86/609/EEC of the Council of the European Communities Council Directive on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States regarding the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. Brussels: Official Gazette Directive 86/609/EEC

5. Anonymous (2001a). *Wikipedia: Apple II series* [online] Dostupno na URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_ii [10. lipnja 2012.]

6. Anonymous (2001b). *Strategija razvitka Republike Hrvatske "Hrvatska u 21. stoljeću" - Informacijska i komunikacijska tehnologija*. Zagreb: Ured za strategiju razvitka Republike Hrvatske

7. Anonymous (2001c). *The Glass Horse* [CD-ROM]. Athens: University of Georgia.

8. Anonymous (2002a). *Wikipedia: Xerox Alto* [online]. Dostupno na URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Xerox_Alto [4. listopada 2012.]

9. Anonymous (2002b). *Self-evaluation report*, Zagreb: University of Zagreb Faculty of Veterinary Medicine

10. Anonymous (2004) *Wikipedia: Learning styles*. [online] Dostupno na URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Learning_styles [28. listopada 2012.]

11. Anonymous (2005). *Douglas C. Engelbart, A Profile of His Work and Vision: Past, Present and Future* [online], Logitech. Dostupno na URL: http://www.logitech.com/lang/pdf/Engelbart_Backgrounder.pdf [3. srpnja 2012.]

12. Anonymous (2006) *Zakon o zaštiti životinja* . Zagreb: Narodne novine d.d. 135/2006

13. Anonymous (2007) *Wikipedia: IBM 1500* [online] Dostupno na URL: http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_1500 [10. listopada 2012.]

14. Anonymous (2010a). *Nacrt prijedloga politike u znanosti i visokom obrazovanju*. Sedmi sabor Sindikata. Zagreb: Nezavisni sindikat znanosti i visokog obrazovanja

15. Anonymous (2010b) *Wikipedia: Computers in the classroom* [online] Dostupno na URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Computers_in_the_classroom [28. listopada 2012.]

16. Bartsch, R. A., Cobern, K. M. (2003). Effectiveness of PowerPoint presentations in lectures, *Computers & Education* 41 str. 77–86

17. Bruner, J. (1966). Towards a Theory of Instruction, *Cambridge Mass: Harvard University Press* prema (Packer i Jordan, 2001)

18. Bush, V. (1945). As We May Think, *Atlantic Monthly* 176 str. 101-108.

19. EAEVE The European Association of Establishments for Veterinary Education (2002). *Standard operating proceudres (SOP)*, Wien: The European Association of Establishments for Veterinary Education. Dostupno na URL:http://www.eaeve.org [5. rujna 2012.]

20. EAEVE The European Association of Establishments for Veterinary Education (2012). *Standard operating proceudres (SOP)*, Wien: The European Association of Establishments for Veterinary Education. Dostupno na URL:http://www.eaeve.org [5. rujna 2012.]

21. Hannafin, R. D. & Sullivan, H. J. (1995). Learner control in full and lean CAI programs, *Educational Technology Research and Development* 43(1) str. 19–30 prema (Alessi i Trollip, 2001)

22. Heilig, M. (1955). *The Cinema of the Future* prema (Packer i Jordan, 2001)

23. Kay, A. (1989), *User Interface: A Personal View* prema (Packer i Jordan, 2001)

24. Kay, A., Goldberg, A. (1977). *Personal Dynamic Media*. IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) Computer 10, str. 31-41 prema (Packer i Jordan, 2001)

25. Kentridge (n.d.), R. *A hypertext history of Instructional Design* [online] Dostupno na URL: http://faculty.coe.uh.edu/smcneil/cuin6373/idhistory/ [12. srpnja 2012.]

26. Kirschner, P. A. (2002). Cognitive Load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction*, 12, str. 1-10.

27. Klapan, I., Čikeš, I. (2001) *Telemedicina u Hrvatskoj*, Zagreb: Medika

28. Kliček, B., Zekić-Sušac, M. (2003) Toward Integrated and Revised Learning Styles: Theory Supported by Web and Multimedia Technologies. *Proceedings of the 8th Annual ELSIN Conference*, Hull:University of Hull str. 391-410.

29. Kliček, B., Zekić-Sušac, M. (2003). Architecture of an Experimental Web and Multimedia Education Repository. *4th EURASIP Conference focused on Video/Image Processing and Multimedia Communications*. Zagreb:Faculty of Electrical Engineering and Computing (FER), str. 733-739.

30. Laurilard, D. (1987). Computers and the emancipation of students: Giving control to the learner, *Instructional Science* 16 str. 3-18 prema (Alessi i Trollip, 2001)

31. Lewis, D. R. (2007) *Wikipedia*: *Multimedia learning*. [online] Dostupno na URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Multimedia_learning [28. listopada 2012.]

32. Authorware (2002). *Macromedia Authorware* [CD-ROM]. Macromedia.

33. Malone, W. T. (1981). Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction. *Cognitive Science*, 4 str. 333-369.

34. Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction* 13, 125–139

35. Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction* 13 str. 125–139

36. Mayer, R. E., Moreno R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12 str. 107–119.

37. Mergel, B. (1998). *Instructional Design & Learning Theory* [online]. Saskatoon: University of Saskatchewan. Dostupno na URL http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/brenda.htm [15. srpnja 2012]

38. Microsoft (2003). Microsoft Office 2003.

39. Packer, R., Jordan, K., ur. (2001) *Multimedia: From Wagner to Virtual Reality*. New York: W. W. Norton & Company

40. Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, UK: Oxford University Press prema (Packer i Jordan, 2001)

41. Panian, Ž. (2001) *Bogatstvo interneta*. Zagreb: Strijelac.

42. Pastuović, N. (2001c) *Strategija razvitka Republike Hrvatske "Hrvatska u 21. stoljeću": Projektni zadatak - Odgoj i obrazovanje*. Zagreb: Institut za društvena istraživanja - Centar za istraživanje i razvoj obrazovanja.

43. Randall L. J. (1995). TICCIT and clips: the early years. *CALICO (Computer-Assisted Language Instruction Consortium) Journal* 12 (4), str. 84-96

44. Ruiz, J. G., Mintzer, M. J., Leipzig, R. M. (2006). The Impact of E-Learning in Medical Education. *Academic Medicine*. 81 (3), str. 207-212

45. Savoy, A., Proctor, R. W., Salvendy, G. (2009). Information retention from PowerPoint™ and traditional lectures. *Computers & Education* 52 str. 858–867

46. Soulsby, E. J. L. (1982) *Helmints, arthropods and protozoa of domesticated animals*, London: Bailliere Tindal

47. Statistica (2002). *Statistica 6*. StatSoft®.
StatSoft, Inc. (2002). STATISTICA (data analysis software system), version 6.

48. Steen, H. L. (2008). Effective eLearning Design, *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*. 4 (4), str. 526-532

49. Suppes, P. (1971). *Computer-assisted Instruction at Stanford: Technical Report No.174.* Stanford: Stanford University

50. Sutherland, I. (1965). *The Ultimate Display* prema (Packer i Jordan, 2001)

51. Taylor, R. W., ur. (1990). *In Memoriam: J. C. R. Licklider* [online]. Palo Alto: Digital Systems Research Center. Dostupno na: URL http://memex.org/licklider.pdf [11. ožujka 2012.]

52. Urquhart, G. M., Armour, J., Duncan, J. L., Dunn, A. M., Jennings, F. W. (1987) *Veterinary parasitology*, Longman Scientific & Technical, Avon: Bath Press

53. Vimla, L. P., Yoskowitz, N. A., Arocha, J. F., Shortliffe, E. H. (2009). Cognitive and learning sciences in biomedical and health instructional design: A review with lessons for biomedical informatics education. *Journal of Biomedical Informatics*, 42, str. 176-197.

54. Vizek Vidović, V., Vlahović Štetić, V. (2007). Modeli učenja odraslih i profesionalni razvoj. *Ljetopis socijalnog rada* 14 (2), str. 283-310

55. Washington, N., Parnianpour, M., Fraser, J. M. (1999). Evaluation and assessment of a biomechanics computer-aided instruction. *Computers & Education* 32, str. 207-220

56. Woolley, D. R. (1994) *PLATO: The Emergence of Online Community* [online] Dostupno na URL: http://thinkofit.com/plato/dwplato.htm [10. lipnja 2012.]

57. Zarevski, P. (2002) *Psihologija pamćenja i učenja*. 4. izd. Jastrebarsko: Naklada Slap

10. SAŽETAK

Istraživanje polazi od hipoteza da multimedijski sadržaji čine prezentirano gradivo pristupačnijim i zanimljivijim, a u pripremi i izvođenju isplativijim. Zbog toga se učenjem iz multimedijski pripremljenih sadržaja postižu bolji rezultati što unapređuje proces edukacije posebice u područjima biomedicinskih znanosti. Postavljeni ciljevi istraživanja uključivali su: pripremu nastavnog materijala klasičnim i multimedijskim metodama, usporedbu usvojenog znanja i dojmova ispitanika nakon učenja te utvrđivanje ekonomske isplativosti pripreme nastavnog gradiva klasičnim i multimedijskim metodama. U istraživanje je uključeno 60 studenata Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Kao nastavno gradivo odabrane su dvije tematske cjeline iz predmeta Parazitologija i invazijske bolesti koje su pripremljene uz pomoć klasičnih i multimedijskih metoda. Klasična metoda uključivala je nastavnu građu iz udžbenika dok je pri pripremi gradiva multimedijskom metodom korišteno računalo i odgovarajuća programska podrška. Učinci dvije navedene metode za poučavanje valorizirani su pismenom provjerom znanja provedenom neposredno nakon učenja te anketom u kojoj su ispitanici mogli iskazati svoje dojmove putem odgovora na pitanja i slobodnih komentara. Rezultati su pokazali da multimedijski sadržaji čine prezentirano gradivo za studente pristupačnijim, zanimljivijim, a dijelom i zabavnijim. Iako je utvrđeno da su posebice kod pitanja vezanih za vizualnu nastavnu građu studenti u pravilu postizali bolje rezultate, ukupni uspjeh na provjeri znanja bio je samo neznatno bolji nakon učenja iz materijala pripremljenih multimedijskom metodom. Ekonomskom analizom troškova koji nastaju pri pripremi i izvođenju nastave utvrđeno je da su u prvoj godini troškovi uporabe multimedijskih metoda znatno veći, međutim promatrano kroz duže (trogodišnje) razdoblje ti troškovi u odnosu na klasičnu metodu postaju manji i relativno konstantni. Rezultati utvrđeni ovim istraživanjem mogu poslužiti kao polazna osnova u valorizaciji učinaka multimedijskih tehnika u različitim područjima, a posebice u onim vezanim za biomedicinske znanosti. Time se otvara mogućnost preciznijeg planiranja nastavnog procesa koji u ovim znanostima sve više počiva na uporabi računala te prezentacijama, modelima i prikazima koji zamjenjuju rad sa živim životinjama.

SUMMARY

EVALUATION OF MULTIMEDIA TECHNIQUES IN LEARNING
IN VETERINARY MEDICINE

Research presented in this thesis is, above all, based on hypothesis that multimedia content makes educational material more accessible and interesting, easier to create and financially more effective. Therefore, acquiring information by learning from multimedia enriched content stands for better results thus improving the very process of education especially in the area of biomedical sciences. Goals set by the research implied: preparing of educational material through classic and multimedia methods, comparing of the achieved level of knowledge and student perceptions and determination of financial efficiency of both classic and multimedia methods of preparing educational material. Research included 60 students of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Zagreb. Teaching material used for experiment comprised of two units from the subject Parasitology and Parasitic Diseases both of which were prepared by classic and multimedia methods. Classic educational material consisted of textbook lessons of two parasitic diseases, while multimedia educational material consisted of multimedia presentation prepared and demonstrated on a computer, equipped with adequate software. The effects of two educational methods were evaluated by means of written exam applied immediately upon learning sessions and by means of questionnaire in which the examinees were able to express their perceptions in form of answers to questions and written commentary. The results of the research showed that the multimedia content makes teaching material more accessible, more interesting and even more amusing. Even though the results showed that examinees achieved higher score answering visually characterized questions, the total score of the exam indicated just a slight advantage of one method (multimedia) over the another (classic). Economic cost analyses of preparing and presenting the educational material showed that the cost of multimedia method application was higher in the first year. But however, throughout longer (three year) period of time those expenses, compared to classic method, would reduce and reach their constant. Results established by this research can be applied as a starting point in evaluation of multimedia techniques efficiency within various fields of science especially those related to biomedical sciences. This sets a possibility of more detailed planning of educational process which is, considering these areas of science, increasingly more based on computer application and presentation as well as patterns and illustrations which replace the work with live animals.

11. KLJUČNE RIJEČI

- multimedija, učenje, veterinarska medicina, ekonomska analiza

- multimedia, learning, veterinary medicine, economic analyses

12. PRILOZI

PRILOG A.

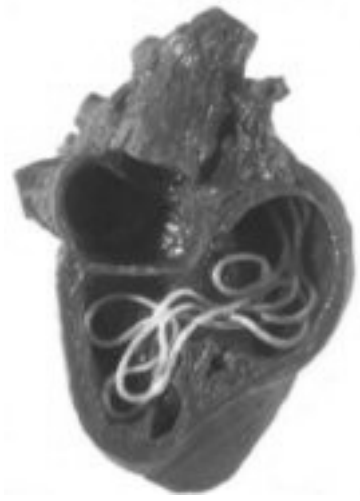
Materijal za učenje klasičnom metodom - tematska cjelina 1 (parazit *Dirofilaria immitis*)

Red: *Filariata*

Ovaj red uključuje neke od najvažnijih parazita čovjeka u tropskim predjelima. Tako *Wuchereria bancrofti* i *Brugia malayi* uzrokuju akutni limfangitis i kroničnu elefantijazu, a *Oncocherca volvulus* uzrokuje oftalmitis i bolest "riječna sljepoća". Ovi se oblići prenose pomoću insekata koji sišu krv (komaraca). U insektima se embriji zvani mikrofilarije razvijaju do invazijskog (trećeg) stupnja. Mikrofilarije mogu cirkulirati krvotokom organizma (*Dirofilaria, Wuchereria, Brugia, Dipetalonema i* Setaria) ili se akumuliraju u kožnom vezivnom tkivu (*Onchocerca, Elaeophora*).

Rod: *Dirofilaria*
Vrsta: *Dirofilaria immitis* (srčani nematod psa)

Dirofilaria immitis (*eng. heartworm*) je filaroid za kojeg su prirodni nositelji pas i bliski srodnici, iako se invazija događa i u mačaka. Invazija ljudi je sporadična, a rezultira rendgenskim promjenama koje se prepoznaju po granulomu veličine novčića (*eng. coin lesions*). Njih se često pogrešno dijagnosticira kao novotvorine te se obavljaju nepotrebni torakalni operativni zahvati.



Adultni oblici parazitiraju u šupljoj veni i desnoj klijetki srca. Uginuli paraziti cirkulacijom dolaze u pluća, gdje opturiraju plućne arterijske ogranke i uzrokuju infarkte.

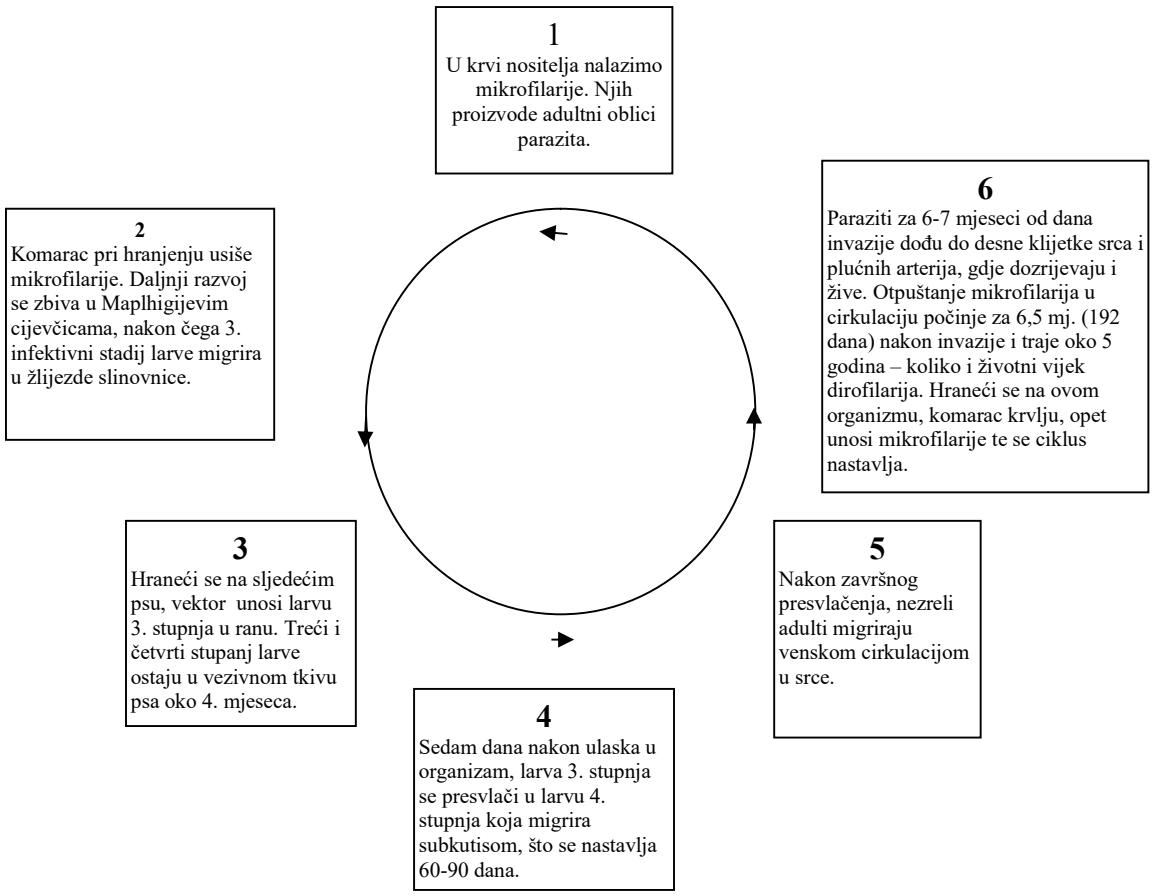
Endemska se područja nalaze u svim dijelovima Sjedinjenih Američkih Država ali i na području Južne Europe pa i u nas (Istra).

Da bi se bolest mogla širiti na određenom području, moraju biti ispunjena četiri uvjeta:

- primljiva populacija
- stabilan rezervoar uzročnika
- stabilna populacija vektora sposobnih za prijenos
- klima s karakteristikama koje dopuštaju razvoj parazita

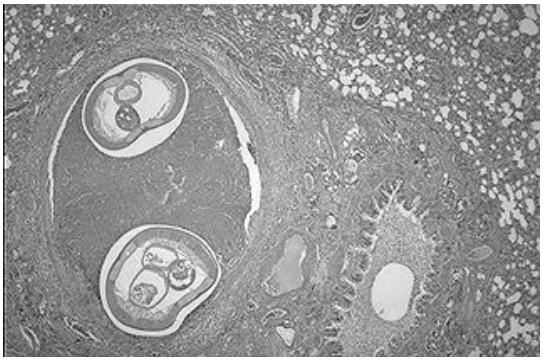
U životni ciklus može biti uključeno više različitih vrsta komaraca u ulozi posrednika. Danas se bolesti uzrokovane komarcima, poput malarije i filarioza, popularno gledaju kao tropske zaraze. Ne tako davno, malarija se pojavljivala svako ljeto u Sjevernoj Americi. Nestala bi kad se populacija pogodnih vrsta komaraca smanjila ispod razine potrebne za prenošenje malarije. To smanjenje gustoće populacije komaraca postignuto je isušivanjem močvara, radovima na konstrukciji cesta i namjenskim uništavanjem komaraca. Navedene mjere *Dirofilaria immitis* preživljava, pa se čak i širi u područjima gdje je malarija iskorijenjena, vjerojatno zbog toga što koristi više vrsta komaraca za vektore (porodica *Culicidae*). Za nestanak te bolesti, potrebno je u dovoljnoj mjeri smanjiti populaciju komaraca.

Razvojni ciklus



Za vrijeme prepatentnog perioda (6 - 7 mjeseci) ne uočavaju se nikakvi znakovi bolesti – mikrofilarije ne uzrokuju poremećaje. Vrijeme kliničkih znakova bolesti dolazi s patentnim periodom, kad se mikrofilarije mogu detektirati u cirkulaciji. Fiziološke smetnje nastaju zato što adultni oblici mehanički opturiraju krvne žile i srčane klijetke.

Osim toga, razvija se progresivni plućni endarteritis i opstruktivne fibroze s posljedičnom plućnom hipertenzijom i zatajenjem srca. Ponavljane embolije finijih arterijskih ogranaka uginulim adultima karakterizirane infarktima i upalnim reakcijama trajno oštećuju krvožilni sustav.



U lijevom dijelu slike vidimo krvnu žilu sa 2 dirofilarije, opturiranu trombom

Ulogu u patogenezi ove bolesti ima i oštećenje kapilara mikrofilarijama. Tipični znakovi bolesti uključuju lako zamaranje i kašalj. Dekompenzacija desne klijetke uzrokuje kroničnu vensku kongestiju s cirozom jetre i ascitesom. Embolije u plućnim krvnim žilama pojačavaju akutne znakove respiratornih poremećaja. Moguće je iskašljavanje krvi i parazita iz rupturiranih krvnih žila.

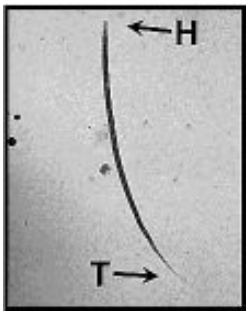
Dijagnostika

Dijagnostika je na području SAD-a veoma dobro razrađena, a temelji se na preporuci društva *American Heartworm Society*.

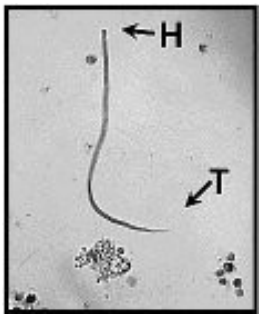
Postupak se razlikuje kada:

- pretragu obavljamo na psima u svrhu primarne dijagnoze (prije nego se psu daju profilaktična sredstva)
- obavljamo ponovnu pretragu na psu koji je već primao preventivnu terapiju

U slučaju primarnog testiranja, nađemo li mikrofilarije u krvi psa, možemo smatrati da pripadaju *Dirfoilariji immitis* ili obliću *Dipetalonema reconditum*.



Dirofilaria immitis



Dipetalonema reconditum

Mikrofilarije *D. immitis* pojavljuju se u cirkulaciji 6 mj. nakon uboda komarca. Tijekom dugog prepatentnog perioda, mikrofilarije ne možemo naći u cirkulaciji. Također, mikrofilarije ne možemo naći ako su svi adulti istog spola, ako su sterilizirani primjenom lijekova ili ih uništava imuni sustav domaćina.

U dijagnostici se možemo poslužiti i rendgenskim ili serološkim pretragama. Rendgenološka pretraga je precizna u slučaju kada imamo karakteristične promjene. Ako one izostanu, nalaz nije sigurno negativan. Na tržištu postoje brojni testovi za otkrivanje antigena adultnih oblika u serumu, plazmi ili punoj krvi.

Liječenje

Za različite razvojne oblike *D. immitis* (mikrofilarije u cirkulaciji, larve koje migriraju tkivom do srca i adultni oblici u srcu i šupljoj veni), koristimo se različitim sredstvima. Liječenje pasa s patentnom invazijom sastoji se od odstranjivanja adultnih oblika tiacetarsamidom. Nakon toga eliminiramo mikrofilarije koje cirkuliraju u krvi ivermektinom ili milbemicin oksimom.

Tiacetarsamid se aplicira intravenski u dozi 2,2 mg/kg tjelesne mase dvaput na dan u trajanju od dva dana. Neki veterinari produljuju tretman na tri dana. Antihelmintičko djelovanje u vezi je s trajanjem invazije. Učinkovitost je najveća pri trajanju invazije od dva mjeseca, a najmanja pri trajanju od četiri mjeseca. Nakon toga učinkovitost se postepeno povećava. Ta opažanja sugeriraju da u slučaju slabog odgovora na aplikaciju tiacetarsamida možemo pričekati nekoliko mjeseci prije ponovnog pokušaja.

Nakon ove terapije dirofilarije polako ugibaju tijekom nekoliko dana ili tjedana te se prenose plućnim arterijama u pluća, gdje izazivaju privremeni poremećaj cirkulacije. Postupno, organizam putem fagocitoze, dirofilarije s tih mjesta ukloni. Ako bi dirofilarije naglo uginule, liječenje bi se pokazalo letalnijim od samog parazita. Ipak, i kod terapije koja ne uzrokuje naglo uginuće parazita dolazi do jačeg oštećenja pluća. Stoga, psa treba 4-6 mjeseci nakon primjene tiacetarsamida poštedjeti. U nekim se slučajevima može javiti povraćanje i respiratorne smetnje. Ako ti znakovi nisu prolaznog karaktera, potrebno je prekinuti primjenu tiacetarsamida i aplicirati steroide, a psa poštedjeti napora. U Europi se koristi novi adulticid – melarsomin dihidroklorid. Aplicira se duboko intramuskularno, učinkovitiji je od tiacetarsamida i nema povećane opasnosti od hipertenzije i tromboembolije.

Radi uklanjanja mikrofilarija iz cirkulacije nakon adulticidne terapije potrebno je psima aplicirati ili mikrofilariacidnu dozu ivermektina (0,05 mg/kg tjelesne mase) ili milbemicin oksim u profilaktičnoj dozi (0,5 mg/kg tjelesne mase). Ti lijekovi nisu specifično označeni za ovakvu uporabu.

Ivermektin pokazuje veliku učinkovitost protiv mikrofilarija do 30 dana poslije invazije. Protiv adultnih oblika, ivermektin nije učinkovit.

Suzbijanje

Patentne invazije sprečavaju se davanjem dnevnih oralnih doza dietilkarbamazina (6,6 mg/kg) od početka pa do dva mjeseca nakon prestanka aktivnosti komaraca. Dietilkarbamazin se ne smije davati psima s mikrofilarinemijom zbog opasnosti od šoka. Psima s patentnom invazijom moramo stoga davati ivermektin ili milbemicin oksim, kao što je prije spomenuto. Tablete ivermektina dajemo u minimalnoj dozi od 0,006 mg/kg, jednom mjesečno počevši jedan mjesec od početka aktivnosti komaraca do jednog mjeseca nakon kraja njihove aktivnosti. Iako su škotski ovčari veoma osjetljivi na ivermektin, toleriraju mnogo niže profilaktične doze. Nakon aplikacije potrebno je bar 8 sati pratiti njihovo stanje. Tablete milbemicin oksima daju se u minimalnoj dozi od 0,5 mg/kg, jednom mjesečno. Škotski ovčari, osjetljivi na ivermektin, pokazuju preosjetljivost i na ovaj makrolidni antibiotik.

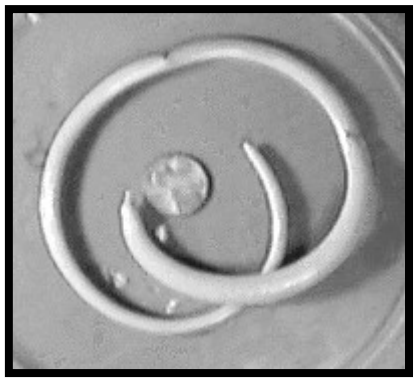
PRILOG B.

Materijal za učenje klasičnom metodom - tematska cjelina 2 (parazit *Macracathorhynchus hirudinaceus*)

Acanthocephala

Macracanthorhynchus hirudinaceus

Macracanthorhynchus hirudinaceus pojavljuje se u tankom crijevu domaćih i divljih svinja te se pojavljuje u cijelom svijetu, u svim klimatskim područjima. Osim u svinja, adulti se također mogu naći u ileumu čovjeka, kao i u vjeverice ili pekarija.



Tijelo parazita je zavojito i blijedocrvenkaste boje. Mužjaci su dugački do 10 cm, a ženke do 35 cm ili više. Debljine su 4 - 10 mm. Kutikula je transverzalno naborana. Prednji kraj kojim se fiksiraju za stijenku crijeva (proboscis) relativno je malen i na njemu se nalazi oko šest redova po šest kukica, koje se unatrag smanjuju.
Jajašca su veličine 67 - 110 μm sa 40 - 65 μm i imaju četiri ljuske. Druga ljuska je tamnosmeđa i rupičasta.

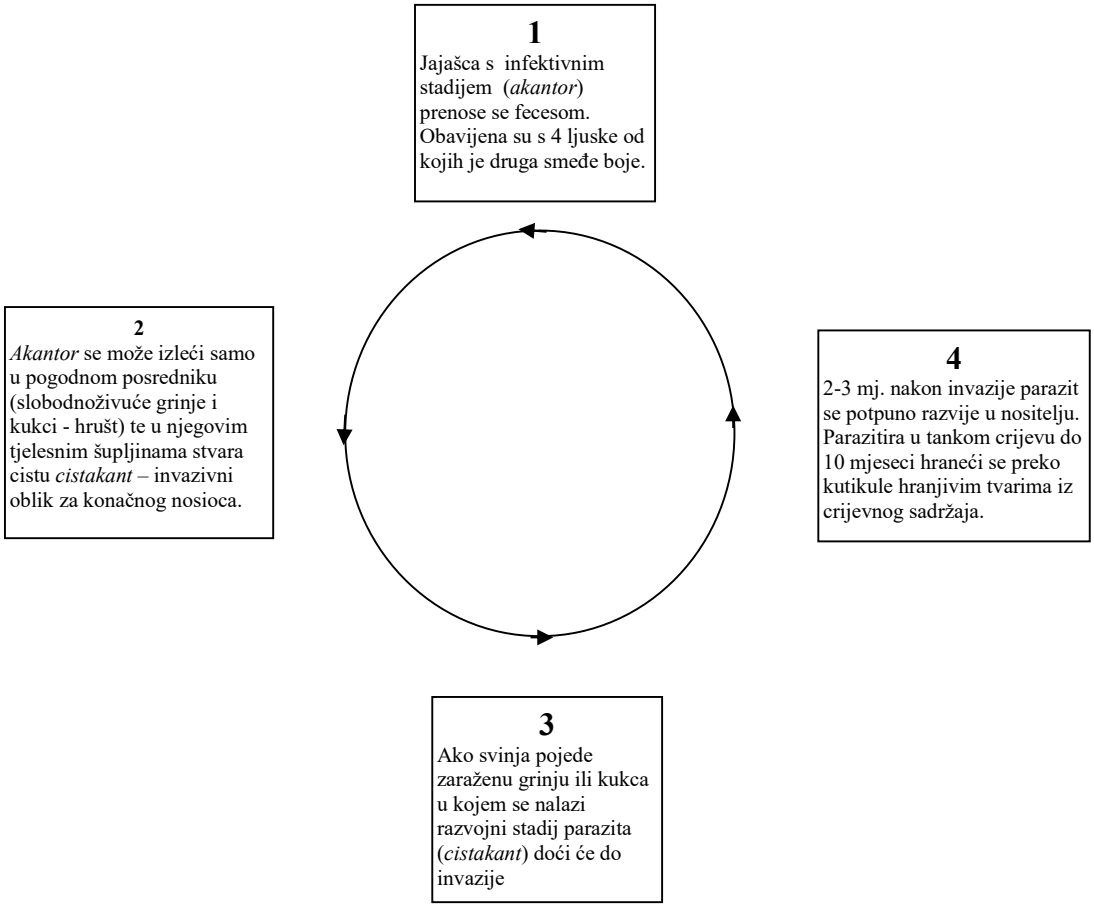


Jaja se prenose fecesom svinja i vrlo su otporna na hladnoću i isušivanje. U okolišu mogu preživjeti i nekoliko godina.

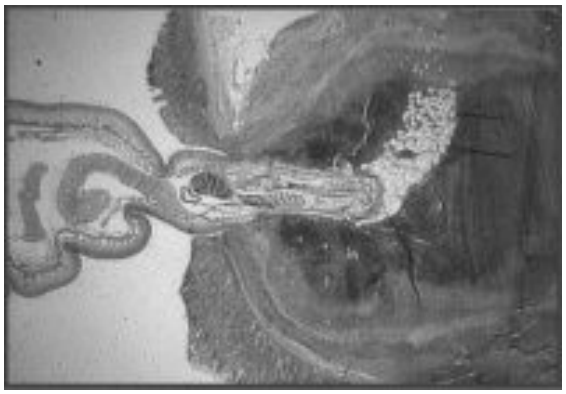
Kao posrednici pojavljuju se slobodnoživuće grinje, a rjeđe i kukci (hrušt, balegar i kozak) . Oni se invadiraju hraneći se na izmetu ili invadiranom zemljištu. Jaje u kojem se nalazi potpuno formirana larva (*akantor*) razvija se nakon što ga s hranom unesu ličinke navedenih grinja ili kukaca.

Mladi parazit stvara cistu u tjelesnoj šupljini insekta – razvojni oblik koji se naziva *cistakant*. Razvoj unutar posrednika traje dva do tri mjeseca. Svinje se invadiraju nakon što pojedu grinje ili kukce s infektivnim stadijem parazita.

Razvojni cikluc



U organizmu svinje, razvoj traje dva do tri mjeseca. Ženka polaže jajašca tijekom 10 mjeseci, svaki dan po 260 000.



Paraziti penetriraju prednjim krajem duboko u crijevni zid zbog čega nastaje upala i granulom na mjestu prihvaćanja. Katkad, ako paraziti probiju crijevni zid, može doći i do smrti nositelja zbog peritonitisa. No ipak, invazija tim parazitom je uglavnom blažeg oblika. U težim slučajevima može doći do slabog prirasta, što je u uzgoju svinja osobito

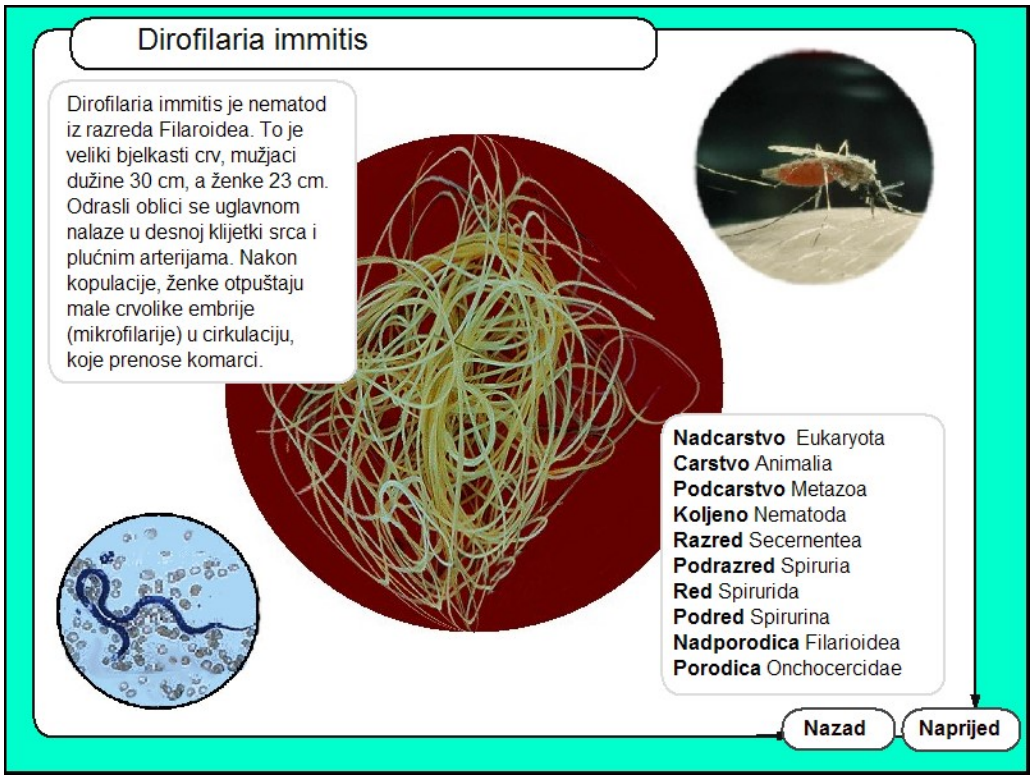
važno. Dijagnoza se postavlja nalazom jajašaca u fecesu – koprološkom pretragom. Radi prevencije, potrebno je spriječiti svinje da s hranom unesu invadirane adulte grinja ili kukaca koji djeluju kao posrednici.

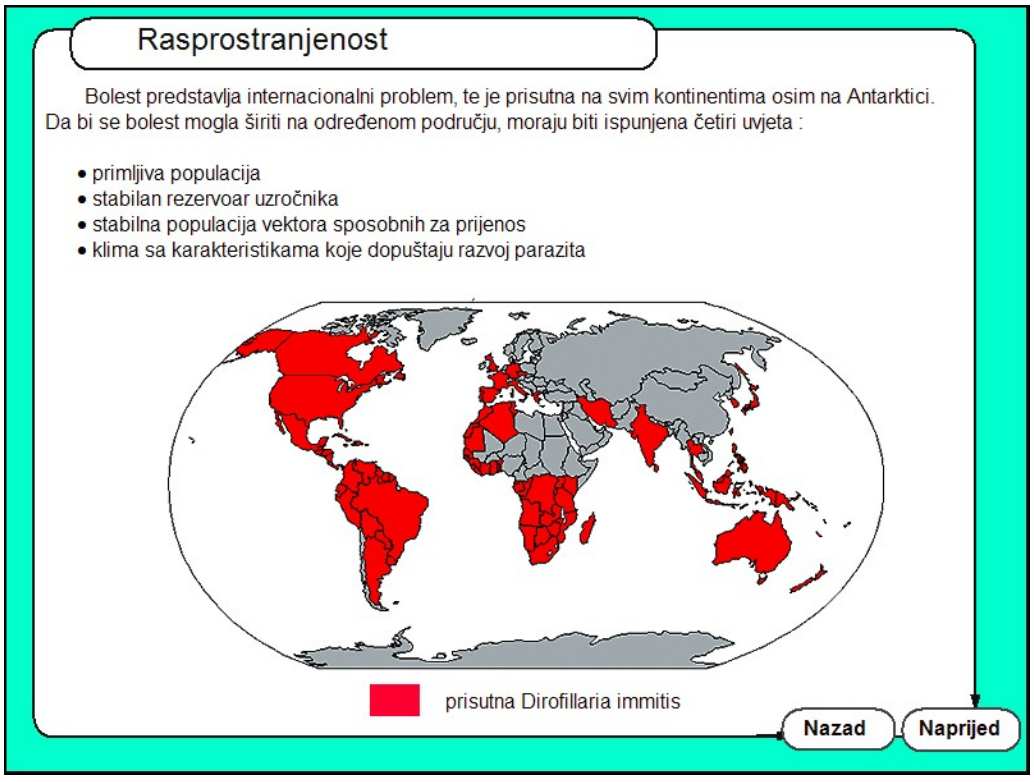
Držimo li svinje u stajama ili malim ispustima, potrebno je efikasno uklanjati izmet, kako bismo spriječili prenošenje invazije.

Budući da bolest nije važna u intenzivnom uzgoju svinja, podaci o liječenju su veoma oskudni te se ne može istaknuti niti jedan pouzdan lijek koji bi imao specifičnu učinkovitost.

PRILOG C.

Materijal za učenje multimedijskom metodom - tematska cjelina 1 (parazit *Dirofilaria immitis*)





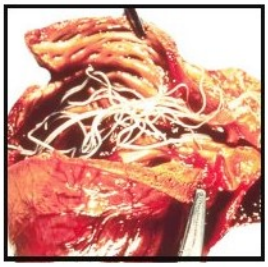
Domaćin i lokalizacija

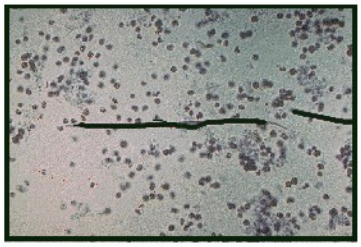
Dirofilarioza se javlja u:
pasa, mačaka i drugih vrsta sisavaca uključujući vuka, lisicu, morske lavove i ljude.

U nekih vrsta (medvjed, rakun, dabar, čovjek) javlja se **abortivna** invazija kada ne dolazi do pojave mikrofilarija u krvi



Adultni oblici parazita borave u desnoj klijetki srca, plućnim arterijama i veni cavi





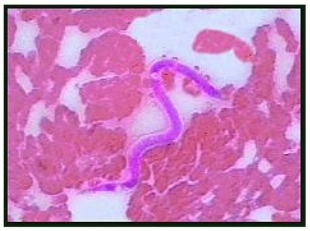
Adulti otpuštaju mikrofilarije u cirkulaciju

Nazad Naprijed

Razvojni ciklus

1. U krvi domaćina nalazimo mikrofilarije

Cirkulacijom domaćina kolaju invazivni oblici parazita - mikrofilarije. Njih proizvode adultni oblici koji se nalaze u srcu, plućnim arterijama i veni cavi. Preživljavaju i do 5 godina, aktivno otpuštajući mikrofilarije.



2. Hraneći se, vektor usiše mikrofilarije koje u njemu sazrijevaju

3. Hraneći se na slijedećem domaćinu, vektor prenosi larvu 3. stupnja

4. U domaćinu L3 sazrijeva te intenzivno migrira vezivnim tkivom

5. Nekoliko dana nakon finalnog presvlačenja nezreli adulti migriraju venoznom cirkulacijom u srce

6. 6-7 mj. nakon invazije adulti sazrijevaju i proizvode mikrofilarije

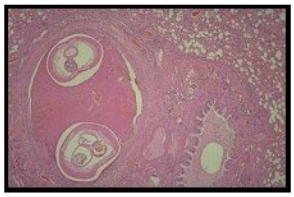
Nazad Naprijed

Patogeneza

Nakon što vektor injicira larve 3. stadija u tkivo, prvih 6-7 mjeseci prepatentnog perioda nema kliničkih znakova, stoga što stadiji u razvoju i stadiji u migraciji ne uzrokuju smetnje domaćinu. Klinički znaci se pojavljuju za vrijeme patentnog perioda kad se već u krvi domaćina mogu otkriti mikrofilarije.

Smetnje nastaju zbog fizičke obstrukcije krvnih žila, srčanih komora i zalistaka adultnim oblicima parazita. Razvija se progresivni plućni endarteritis i obstrukciona fibroza koja dovodi do plućne hipertenzije i slabosti desnog srca.

Ponavljane embolije plućnih arterijskih ogranaka uginulim adultima sa infarktima i upalnom reakcijom dovode do ireverzibilnog oštećenja krvnih žila.
U patogenezi ulogu igra i obstrukcija kapilara mikrofilarijama.



Prikaz pluća.
Lijevo se vidi krvna žila sa 2 dirofilarije, opturirana trombom

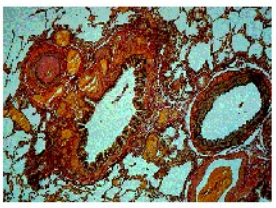


Srce psa sa dirofilarijama u desnoj klijetki

Nazad Naprijed

Patoanatomske promjene

U lešini je moguće utvrditi slijedeći patoanatomski nalaz:



Od najveće važnosti su nalazi na plućima i srcu - suženje i okluzija plućnih arterija zbog proliferacije intime, ne samo direktnog začepljenja zbog adultnih parazita. Raširenost i težina ozljeda ovisi o broju i lokaciji adulta - kaudalne lobarne arterije su najteže pogođene. U težih invazija, parazite nalazimo u desnoj predklijetki srca i klijetkama, a također i u veni cavi.
Daljnji nalaz uključuje plućnu hipertenziju s posljedičnom proliferacijom intime, dilatacija i hipertrofija desne klijetke srca, kao i ishemija.
U parenhimu pluća vide se slijedeće promjene: edem oko arterija, tromboembolije koje sadrže uginule parazite. Oko uginulih adulta, mikrofilarija i tromba vidimo upalne promjene.

U srcu nalazimo adulte u desnoj klijetki, području trikuspidalnih zalistaka i veni cavi. Ova područja mogu biti doslovno zapunjena parazitima. Dolazi do pojačanog venoznog tlaka u jetri što oštećuje parenhim.





Može doći i do ektopičnih invazija kada se adulti nalaze i na drugim mjestima od opisanih. Ukoliko dođu do oka javlja se iscjedak iz konjunktiva, fotofobija ili keratitis. U sluačju migracije u sredeišnji živčani sustav adulti se javljaju u cerebralnim arterijama ili lateralnim komorama. Znakovi uključuju grčeve, sljepoću, ataksije, prekomjernu salivaciju, prostraciju i komu. Jedini mogući tretman je kirurško odstranjivanje parazita.

Nazad Naprijed

Klinički znakovi

Psi sa tipičnim znakovima imaju znakove dispneje, kašlju, lako se umaraju, ne podnose napor. Bolest se jače očituje u radnih ili sportskih pasa.



Nazad Naprijed

Liječenje

Liječenje psa s patentnom invazijom se zasniva na uklanjanju adulta.
Nakon toga uništavamo mikrofilarije u cirkulaciji.

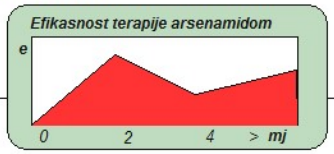
Uklanjanje adulta | **Uklanjanje mirkofilarija**

Kako bi djelovali adulticidno, koristimo **arsenamid (thiacetarsamide) u dozi od 2,2mg/kg tjesne težine dva puta dnevno** (neki navode da je trodnevna aplikacija efikasnija).

Efikasnost djelovanja arsenamida se mijenja u ovisnosti o trajanju invazije. Najviša je sa 2 mjeseca nakon invazije, a najslabija sa 4 mjeseca, nakon čega postepeno raste. Ova nam zapažanja govore da u slučaju slabog odgovora na terapiju možemo pričekati nekoliko mjeseci prije ponovne aplikacije.

Nakon terapije arsenamidom, dirofilarije postepeno ugibaju kroz nekoliko dana ili tjedana. Uginuli paraziti, plućnim arterijama dolaze u pluća gdje privremeno ometaju cirkulaciju zbog čega dolazi do oštećenja pluća. Stoga, psa treba 4-6 mjeseci nakon primjene arsenamida poštediti. U nekim slučajevima, nakon primjene lijeka, može doći do povraćanja i respiratornih smetnji. Ukoliko ovi znakovi nisu prolaznog karaktera, potrebno je prekinuti primjenu arsenamida i aplicirati steroide, a psa poštediti svakog napora.

Uginule parazite, organizam domaćina postepeno ukloni fagocitozom.



Nazad Naprijed

Liječenje

Liječenje psa s patentnom invazijom se zasniva na uklanjanju adulta.
Nakon toga uništavamo mikrofilarije u cirkulaciji.

Uklanjanje adulta | **Uklanjanje mirkofilarija**

Nakon adulticidne terapije, potrebno je ukloniti mikrofilarije iz cirkulacije.

Koristimo se slijedećim sredstvima:



ivermektin - 0,05 mg/kg tjelesne težine (mikrofilaricidna doza)

ili

milbemycin oxime - 0,5 mg/kg tjelesne težine (profilaktička doza)

Nazad | Naprijed

Profilaksa

Preventivno protiv dirofilarioze možemo djelovati:

Dnevnom primjenom dietilkarbamazina 6,6 mg/kg od početka, pa do 2 mjeseca nakon prestanka aktivnosti komaraca

! dietilkarbamazine ne smijemo davati psima koji u krvi imaju mikrofilarije zbog opasnosti od šoka. Patentne infekcije, stoga, moramo prvo tretirati ivermektinom ili milbemycin oximom

Ivermektin tablete se daju u minimalnoj dozi od 0,006 mg/kg jednom mjesečno od početka, pa do jedan mjesec iza prestanka aktivnosti komaraca

! Škotski ovčari su preosjetljivi na ivermektin, pogotovo u punoj terapijskoj dozi (0,2 mg/kg). Toleriraju manje, profilaktičke doze.

Milbemycine oxime tablete se daju jednom mjesečno u min. dozi 0,5 mg/kg.

! Škotski ovčari pokazuju preosjetljivost i na povišenje doze ovog makrolidnog antibiotika.

Nazad | Naprijed

Dijagnoza

Dijagnostika dirofilarioze se dijeli u ovisnosti o tome pretražujemo li psa prije aplikacije profilaktičkih sredstava ili vršimo ponovljenu pretragu na psu koji već prima profilaktička sredstva.

Primarna dijagnoza | **Ponovl**

Pronađemo li u krvi mikrofilar

mikroskopska sli

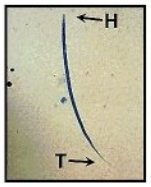
U normalnom tijeku boles j. nakon što je pas bio izložen ubodima žemo pronaći dirofilarije. Također ih r stog spola. Osim toga mikrofilarije r

U ovim tvz. *okultnim* slučaj etrazi

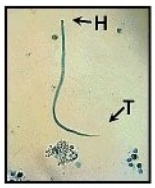
Postoje brojni serološki testovi za otkrivanje antigena na adultne oblike u serumu, plazmi ili punoj krvi.

Potrebno je obratiti pažnju na mogućnost negativnih rezultata u slučaju prepatentnih invazija, malog broja adulta ženskog spola. Postoje i slučajevi u kojima su mikrofilarije prisutne, ali se antigen ne može dokazati..

rendgenogram kliničkog slučaja



Dirofilaria immitis



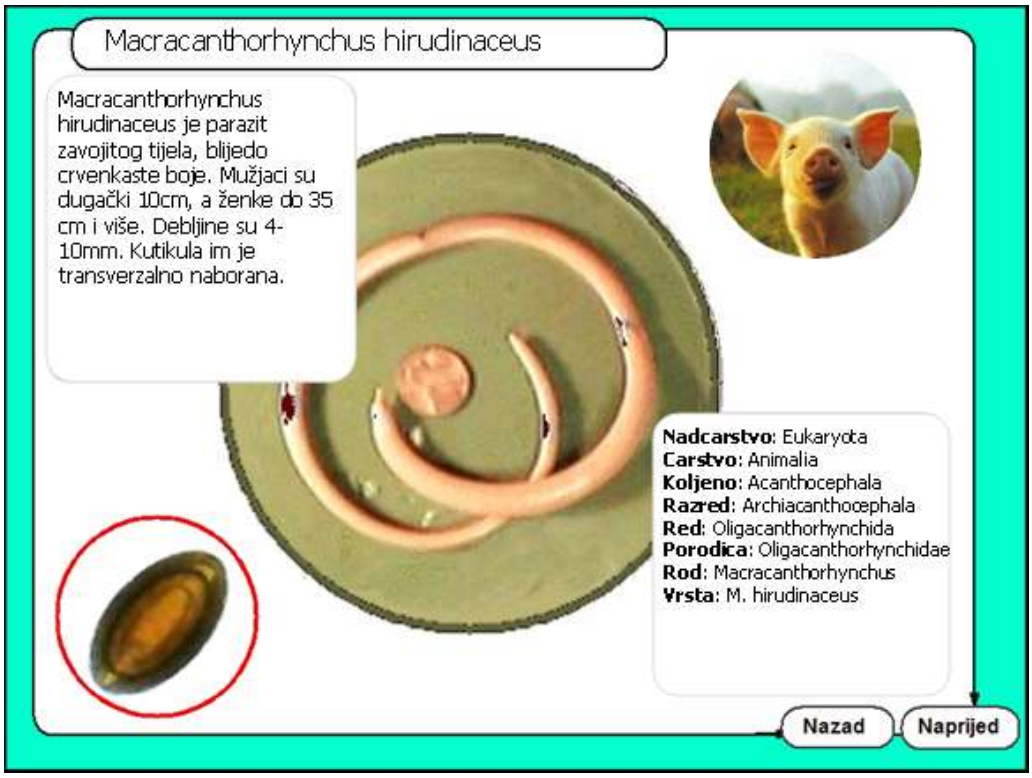
Dipetalonema reconditum

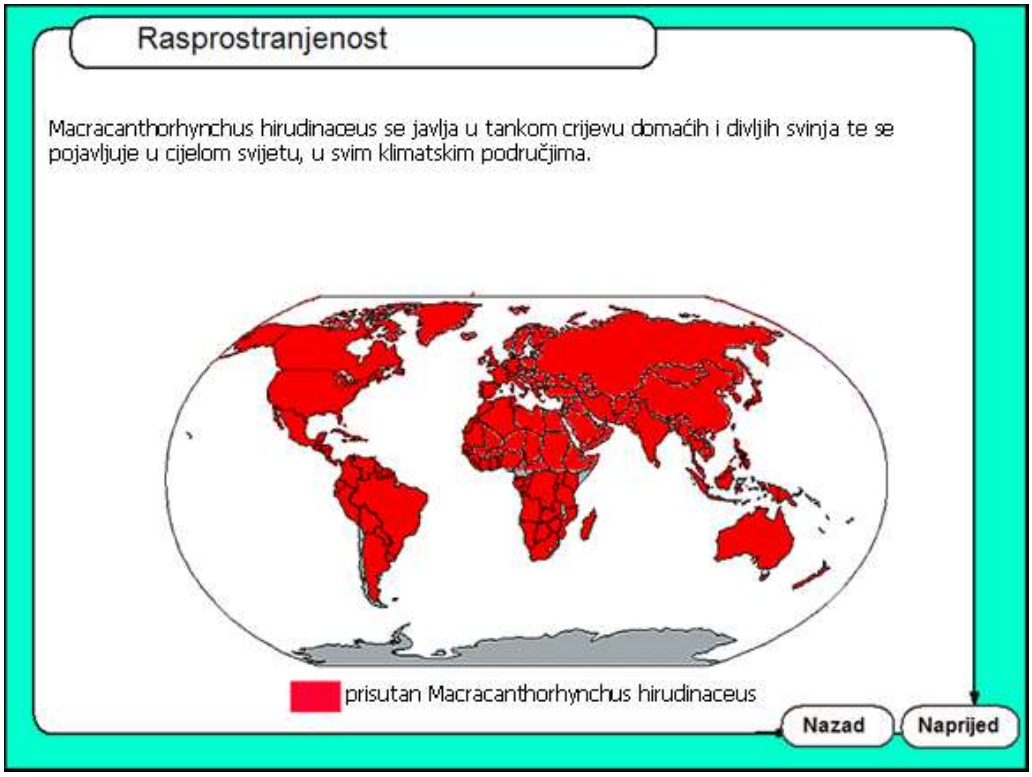
(pritisnite bilo koju tipku za povratak)

Nazad **Naprijed**

PRILOG D.

Materijal za učenje multimedijskom metodom - tematska cjelina 2 (parazit *Macracanthorhyncus hirudinaceus*)





Domaćin i lokalizacija

Invazija s M. hirudinaceus se javlja u tankom crijevu svinja, a adultni oblici se mogu pronaći i u ileumu čovjeka, bizamskog štakora, vjeverice i pekarija. Kao posrednici se javljaju slbodno živuće grinje, a rjeđe i kukci hrušt, balegar, kozak.



Prednji kraj kojim se fiksiraju za stijenku crijeva (proboscis) je relativno mali i na njemu se nalazi oko šest redova po 6 kukica, koje se unazad smanjuju.





Nazad Naprijed

Razvojni ciklus

1. Jajašca sa infektivnim stadijem se prenose fecesom.

Jajašca sa infektivnim stadijem (akantor) se prenose fecesom. Obavijena se sa 4 ljuske od kojih je druga smeđe boje i vrlo su otporna na hladnoću i isušivanje.

2. Akantor se može izleći samo u pogodnom posredniku te u njegovim tjelesnim šupljinama stvara cistu cistakant – invazivni oblik za konačnog nosioca.





4. 2-3 mj. nakon invazije parazit se potpuno razvije u nosiocu. Parazitira u tankom crijevu do 10 mjeseci hraneći se preko kutikule hranjivim tvarima iz crijevnog sadržaja za koje vrijeme polaže jajašca.

3. Ukoliko svinja pojede zaraženu grinju ili kukca u kojem se nalazi razvojni stadij parazita (cistakant) doći će do invazije

Nazad Naprijed

Patogeneza i patoanatomske promjene

Paraziti penetriraju prednjim krajem duboko u crijevni zid zbog čega nastaje upala i granulom na mjestu prihvaćanja. Ponekad, ukoliko paraziti probiju crijevni zid, može doći i do smrti nosioca zbog peritonitisa.

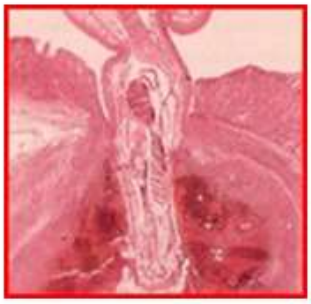




Nazad Naprijed

Klinički znakovi

Invazija ovim parazitom je uglavnom blažeg oblika. U težim slučajevima može doći do slabog prirasta, što je u uzgoju svinja naročito važno.





Nazad Naprijed

Liječenje i profilaksa

S obzirom da bolest ne predstavlja nikakav značaj u intenzivnom uzgoju svinja, saznanja o liječenju su veoma oskudna te se ne može istaknuti niti jedan pouzdan lijek koji bi imao specifičnu učinkovitost.

Radi prevencije, potrebno je spriječiti svinje da sa hranom unesu i invadirane adulte grinja ili kukaca koji djeluju kao posrednici.

Ako svinje držimo u stajama ili malim ispustima, potrebno je efikasno uklanjati izmet, kako bi smo spriječili prenošenje invazije.

Nazad Naprijed

Dijagnoza

Dijagnoza se postavlja nalazom jajašaca u fecesu – koprološkom pretragom. Jajašca su veličine 67-110 sa 40-65 µm i imaju četiri ljuske. Druga ljuska je tamno smeđa i rupičasta.







Nazad Naprijed

PRILOG E.

Pismena provjera znanja *Dirofilaria immitis* - tematska cjelina 1

1) *Dirofilaria immitis* je svrstana u red:

a) spirurata
b) oxiurata
c) filariata
d) diptera

2) Ličinke 1. stupnja većine filariata parazitiraju u:

a) mozgu
b) hepatocitima
c) mišićnim stanicama
d) krvi

3) Prirodni nositelji nematoda *Dirofilaria immitis* su:

a) pas i vuk
b) vuk i lisica
c) pas i bliski srodnici
d) mačka

4) Na kojem području Europe se dirofilarioza pojavljuje:

a) Južna Europa
b) Istočna Europa
c) Zapadna Europa
d) Mediteranski otoci

5) Najteža patogeneza nastaje zbog:

a) oštećenja koja uzrokuju mikrofilarije
b) toksičnog učinka na moždane stanice
c) mehaničke opstrukcije krvnih žila
d) alergije na jaja

6) Dijagnostika se provodi:

a) koprološkom pretragom
b) kožnim testom
c) parazitološkom pretragom krvi
d) kliničko biokemijskom pretragom

7) S kojim nematodom se mikrofilarija *D. immitis* može zamijeniti:

a) Brugia malayi
b) Dipetalonema reconditum
c) Toxocara canis
d) Wuchereria bancrofti

8) Adultne oblike *D. immitis* možemo eliminirati:

a) dietilkarbamazinom
b) fenamidinom
c) tiacetarsamidom
d) ivermektinom

9) Na koji lijek su posebno osjetljivi škotski ovčari:

a) melarsomin
b) fenamidin
c) ivermektin
d) mebenzadol

10) Dirofilariozu pasa prenose insekti iz porodice:

a) Ceratopogonidae
b) Simulidae
c) Psychodidae
d) Culicidae

11) Koji je karakterističan nalaz kod invazije *D. immitis* u ljudi:

a) butoni
b) egzantem
c) granulomi veličine novčića
d) granulomi veličine zrna riže

12) Kojim lijekom možemo eliminirati mikrofilarije iz krvi:

a) sustrepen
b) imidazol
c) ivermektin
d) fenamidin

13) Koji razvojni stadij *D. immitis* parazitira u srcu:

a) mikrofilarije
b) adulti
c) 1. stupanj larve
d) 3. stupanj larve

14) Odaberite invazivni razvojni oblik *D. immitis*

a) larva 1. stupnja
b) larva 3. stupnja
c) larva 4. stupnja

15) Nakon kojeg vremena od dana invazije možemo naći mikrofilarije u krvi

a) nakon 3 mj.
b) nakon 6,5 mj.
c) nakon 30 dana
d) nakon 10 mj.

PRILOG F.

Pismena provjera znanja *Macracathorhynchus hirudinaceus* - tematska cjelina 2

1) Gdje se javlja invazija parazitom *Macracanthorhynchus hirudinaceus*

a) Južna Europa
b) Zapadna Europa
c) Afrika
d) cijeli svijet

2) Prednji dio parazita naziva se:

a) kutikula
b) spikulum
c) proboscis
d) rilo

3) Najvažniji posrednici su:

a) hruštevi
b) slobodno živuće grinje
c) parazitske grinje
d) krpelji

4) Kako se naziva tvorba koju u posredniku stvara razvojni stadij parazita *M. hirudinaceus*:

a) akantor
b) mikrofilarija
c) cistakant
d) proglotida

5) Kako se naziva invazivni oblik parazita *M. hirudinaceus* koji se nalazi u jajašcu:

a) akantor
b) cistakant
c) cisticerkus
d) proglotida

6) Koliko traje razvoj parazita *M. hirudinaceus* u organizmu nosioca:

a) 2-3 dana
b) 2-3 tjedna
c) 50-60 dana
d) 2-3 mjeseca

7) Kroz koliko dugi period, ženka ovog parazita polaže jajašca:

a) 10 dana
b) 10 mjeseci
c) 15 mjeseci
d) 100 dana

8) Adultni oblik *M. hirudinaceus* parazitira u:

a) tankom crijevu
b) rektumu
c) slijepom crijevu
d) cijelom probavnom traktu

9) Koja je najteža komplikacija ove, inače blage invazije:

a) difteroidna upala crijevne sluznice
b) peritonitis
c) pleuritis
d) ascites

10) Koja ljuska jajašca je smeđe obojena:

a) prva
b) druga
c) treća
d) četvrta

11) Koja od navedenih vrsta ne spada u nosioce *M. hirudinaceus*

a) svinja
b) bizamski štakor
c) rakun
d) vjeverice

12) Kojom pretragom možemo dijagnosticiriati invaziju s *M. hirudinaceus*

a) koprološkom
b) ELISA
c) rendgenološkom
d) kliničkom

13) Koje patološke promjene nalazimo u crijevima invadiranih životinja

a) difteroidnu upalu
b) granulom
c) butoni
d) petehije

14) Jajašca parazita M. hirudinaceus su:

a) vrlo otporna
b) slabo otporna
c) otporna na dezinficijense
d) otporna na oscilacije u temperaturi

15) Koji su tipični znakovi koje pokazuje invadirana životinja:

a) slabost, mršavost
b) ascites
c) smeđi proljev
d) profuzni proljev

PRILOG G.

Anketa o dojmovima nakon učenja iz nastavnih materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom

1) Kada učite da li se uglavnom bazirate na jednom izvoru informacija ili više njih ?
   a) više izvora informacija
   b) samo jedan izvor

2) Kojim se izvorom informacija najradije koristite (označite važnost brojkama od 1 do 8, svaka stavka jedna ocjena).

   a) predavanja ___
   b) skripta ___
   c) knjiga ___
   d) atlas ___
   e) internet ___
   f) CD-ROM ___
   g) videozapisi i audiozapisi ___
   h) Ostalo ___

3) Jeste li se do sada koristili računalom

   a) ne
   b) da, povremeno
   c) da, svakodnevno

4) Snalazite li se, po Vašem mišljenju, dobro s korištenom tehnologijom prikaza

   a) kretanje kroz prezentaciju a) snalazim se b) ne snalazim se
   b) razumijevanje korištenih simbola a) snalazim se b) ne snalazim se
   c) način komunikacije sa korisnikom a) snalazim se b) ne snalazim se

5) Ocijenite atraktivnost prezentacije ocjenama od 1 do 5

   a) 5
   b) 4
   c) 3
   d) 2
   e) 1

6) Ocijenite izvedbu multimedijske prezentacije parazita s obzirom na:

a)	grafičku izvedbu	a) dobro	b) loše	c)izvrsno
b)	jasnoću prikaza	a) dobro	b) loše	c)izvrsno
c)	lakoću pristupa cjelinama gradiva	a) dobro	b) loše	c)izvrsno

7) Kako biste ocijenili uspješnost prikaza pojedinih cjelina gradiva s obzirom na izvedbeni medij (zaokružite medij uz koji ste lakše savladali gradivo):

a)	prikaz morfologije parazita	a) multimedija	b) klasični
b)	razvojni ciklus	a) multimedija	b) klasični
c)	prikaz geografske proširenosti parazita	a) multimedija	b) klasični
d)	prikaz patogeneze	a) multimedija	b) klasični
e)	prikaz patoanatomskih promjena	a) multimedija	b) klasični
f)	postupak dijagnostike	a) multimedija	b) klasični
g)	postupak liječenja	a) multimedija	b) klasični
h)	postupci prevencije invazije	a) multimedija	b) klasični

8) Ocijenite izvore informacija koje ste koristili u ovom testiranju

a)	lakše sam usvojio gradivo	a) multimedija	b) klasični
b)	gradivo je prikazano na razumljiviji način	a) multimedija	b) klasični
c)	gradivo je prikazano na zabavniji način	a) multimedija	b) klasični
d)	gradivo je prikazano na pregledniji način	a) multimedija	b) klasični
e)	edukacija je manje zahtjevna vremenski	a) multimedija	b) klasični
f)	lakše sam pronašao informaciju koja me zanima	a) multimedija	b) klasični

9) Koji način učenja smatrate zamornijim

a) multimedijski
b) klasični

10) Ocijenite ocjenama od 1 do 5 kvalitetu prezentiranog gradiva

a) multimedijska prezentacija ____
b) klasičan pristup ____

11) Za koji način prezentacije gradiva smatrate da ima bolje efekte u edukaciji

a) klasični
b) multimedijski

Slobodni komentari:

_____

_____

_____

PRILOG H.

Učestalost odgovora dobivenih anketom ispitanika o dojmovima nakon učenja iz nastavnih materijala pripremljenih klasičnom i multimedijskom metodom

1. pitanje: Kada učite da li se uglavnom bazirate na jednom izvoru informacija ili više njih ?

ponuđeni odgovori	učestalost odgovora
a) više izvora informacija	a) 53 (88,33%)
b) samo jedan izvor	b) 7 (11,67%)

2. pitanje: Kojim izvorom informacija se najradije koristite (označite važnost brojkama od 1 do 8, svaka stavka jedna ocjena)?

ponuđeni odgovori	učestalost odgovora							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
a) predavanja	7	8	7	5	2	5	6	20
b) skripta	8	9	9	4	0	9	13	8
c) knjiga	9	8	10	2	2	8	4	17
d) atlas	3	4	5	18	22	1	3	3
e) internet	6	4	5	13	12	6	4	8
h) CD-ROM	13	6	12	4	2	10	8	2
g) videozapisi i audiozapisi	13	15	4	0	4	7	11	3
h) ostalo	16	6	2	6	6	3	3	15

3. pitanje: Jeste li se do sada koristili računalom?

ponuđeni odgovori	učestalost odgovora
a) ne	a) 9 (15,25%)
b) da, povremeno	b) 38 (64,41%)
c) da, svakodnevno	c) 12 (20,34%)

4. pitanje: Snalazite li se, po Vašem mišljenju dobro s korištenom tehnologijom prikaza?

potpitanja	ponuđeni odgovori			
			a	**b**
kretanje kroz prezentaciju	snalazim se	ne snalazim se	55	3
razumijevanje korištenih simbola	snalazim se	ne snalazim se	52	7
način komunikacije sa korisnikom	snalazim se	ne snalazim se	54	4

5. pitanje: Ocijenite atraktivnost prezentacije ocjenom od 1 do 5.

srednja ocjena
3,88

6. pitanje: Ocijenite izvedbu multimedijske prezentacije parazita s obzirom na:

potpitanja	ponuđeni odgovori			učestalost odgovora **a**	**b**	**c**
grafičku izvedbu	a) dobro	b) loše	c) izvrsno	38	4	18
jasnoću prikaza	a) dobro	b) loše	c) izvrsno	34	5	20
lakoću pristupa cjelinama gradiva	a) dobro	b) loše	c) izvrsno	33	3	22

7. pitanje: Kako biste ocijenili uspješnost prikaza pojedinih cjelina gradiva s obzirom na izvedbeni medij (zaokružite medij uz koji ste lakše savladali gradivo)?

potpitanja	ponuđeni odgovori		učestalost odgovora **a**	**b**
a) prikaz morfologije parazita	a) multimedija	b) klasični	56	3
b) razvojni ciklus	a) multimedija	b) klasični	54	5
c) prikaz geografske proširenosti parazita	a) multimedija	b) klasični	50	9
d) prikaz patogeneze	a) multimedija	b) klasični	39	20
e) prikaz patoanatomskih promjena	a) multimedija	b) klasični	52	7
f) postupak dijagnostike	a) multimedija	b) klasični	40	18
g) postupak liječenja	a) multimedija	b) klasični	36	22
h) postupci prevencije invazije	a) multimedija	b) klasični	39	18

8. pitanje: Ocijenite izvore informacija koje ste koristili u ovom testiranju

potpitanja	ponuđeni odgovori		učestalost odgovora **a**	**b**
a) lakše sam usvojio gradivo	a) multimedija	b) klasični	47	12
b) gradivo je prikazano na razumljiviji način	a) multimedija	b) klasični	45	14
c) gradivo je prikazano na zabavniji način	a) multimedija	b) klasični	55	4
d) gradivo je prikazano na pregledniji način	a) multimedija	b) klasični	53	6
e) edukacija je manje zahtjevna vremenski	a) multimedija	b) klasični	47	12
f) lakše sam pronašao informaciju koja me zanima	a) multimedija	b) klasični	54	5

9. pitanje: Koji način učenja smatrate zamornijim?

ponuđeni odgovori	učestalost odgovora
a) multimedijski	a) 17 (28,81%)
b) klasični	b) 42 (71,19%)

10. pitanje: Ocijenite ocjenama od 1 do 5 kvalitetu prezentiranog gradiva

ponuđeni odgovori	srednja ocjena
a) multimedijska prezentacija	a) 4,15
b) klasičan pristup	b) 3,05

11. pitanje: Za koji način prezentacije gradiva smatrate da ima bolje efekte pri edukaciji

ponuđeni odgovori	učestalost odgovora
a) klasični	a) 11 (18,64%)
b) multimedijski	b) 48 (81,36%)

Zbirni prikaz slobodnih komentara studenata dobivenih anketom o materijalima za učenje pripremljenim multimedijskom metodom

Ukupan broj studenata koji su dali slobodne komentare	Broj i udio studenata prema izjašnjavanju o multimedijskom prikazu		
	Podržava	Ne podržava	Suzdržani
10	8 (13,33%)	1 (1,67%)	1 (1,67%)
	Dodatne napomene	Dodatne napomene	Dodatne napomene
	- kombinacija s drugim materijalima (2) - potreban CD za učenje kod kuće (1) - problem ovisnosti o izvoru napajanja (1)	- prebrz tijek prezentacije, posljedično otežano praćenje	- upitna adekvatnost Fakulteta

13. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 5. kolovoza 1971. godine u Našicama, gdje sam od 1978. godine pohađao osnovnu školu.

Preseljenjem u Zagreb 1985. godine nastavio sam osnovno školovanje, te po završetku upisao Srednju veterinarsku školu.

Nakon završenog srednjoškolskog obrazovanja 1990. godine, upisao sam studij na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na kojem sam diplomirao 21. studenoga 1997.

Raspolažem aktivnim znanjem engleskog jezika, a služim se njemačkim jezikom.

Za vrijeme školovanja i studija bavio sam se radom na računalima i programiranjem za potrebe raznih djelatnosti, a poglavito u veterinarskoj struci. Od 1995. do 1997. godine bio sam demonstrator na Zavodu za sudsko i upravno veterinarstvo Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Nakon studija, zapošljavam se na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na poslovima planiranja i održavanja računalne mreže, izrade softverskih rješenja i pružanja podrške korisnicima.

Od 1998. godine obavljam poslove Savjetnika za informatiku u Hrvatskoj veterinarskoj komori.

Znanstveni poslijediplomski studij Informatički management na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu upisujem 1999. godine

Prisustvovao sam i sudjelovao u organizaciji 34 znanstveno-stručna skupa.

Dosad sam samostalno i u suradnji s drugim autorima objavio devet radova.