UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Petra STARBEK

UPORABA MULTIMEDIJSKIH UČNIH PRIPOMOČKOV PRI POUČEVANJU GENETIKE TER NJIHOV VPLIV NA RAZUMEVANJE IN POMNJENJE SNOVI TER MOTIVIRANOST DIJAKOV

DOKTORSKA DISERTACIJA

THE USE OF MULTIMEDIA AND ITS INFLUENCE ON COMPREHENSION, RETENTION AND MOTIVATION OF STUDENTS IN GENETICS

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2011

Doktorska disertacija je zaključek Podiplomskega študija bioloških in biotehniških znanosti. Delo je potekalo na Biotehniški fakulteti v Ljubljani, Oddelku za biologijo in Filozofski fakulteti v Ljubljani, Oddelku za psihologijo.

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete in sklepa Senata Univerze z dne 28. 11. 2005 je bilo potrjeno, da kandidatka izpolnjuje pogoje za neposreden prehod na doktorski Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti ter opravljanje doktorata znanosti s področja biologije. Za mentorico je bila imenovana prof. dr. Cirila Peklaj in za somentorico doc. dr. Marjanca Starčič Erjavec.

Komisija za oceno zagovora:

Predsednik: doc. dr. Jerneja AMBROŽIČ AVGUŠTIN, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Cirila PEKLAJ, Filozofska fakulteta, Oddelek za psihologijo

Član: doc. dr. Marjanca STARČIČ ERJAVEC, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Barbara BAJD, Pedagoška fakulteta, Oddelek za razredni pouk

Datum zagovora: 3. 1. 2011

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Petra Starbek

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dd
DK 371:575:004(043.2)=163.6
KG animacija in multimedijska predstavitev/pridobitev znanja/izboljšanje razumevanja/učna motivacija/trajnost znanja, razumevanja in motivacije/učenje z multimedijo/učenje izražanja genov
AV STARBEK, Petra, univ.dipl.biol., prof.biol.
SA PEKLAJ, Cirila (mentorica)/STARČIČ ERJAVEC, Marjanca (somentorica)
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, področje biologije
LI 2010
IN UPORABA MULTIMEDIJSKIH UČNIH PRIPOMOČKOV PRI POUČEVANJU GENETIKE TER NJIHOV VPLIV NA RAZUMEVANJE IN POMNJENJE SNOVI TER MOTIVIRANOST DIJAKOV
TD Doktorska disertacija
OP XII, 138 str., 14 pregl., 4 sl., 7 pril., 276 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Glavni namen naše raziskave je bil primerjati učinkovitosti učenja izražanja genov s pomočjo multimedijskih učnih pripomočkov z nekaterimi drugimi načini učenja. Zanimal nas je vpliv multimedije tako na pridobitev znanja in razumevanja ter njuno trajnost kot tudi na motiviranost dijakov. Poleg tega smo analizirali še vpliv spola, učnega stila in predznanja oz. vstopne motivacije na znanje, razumevanje in motiviranost dijakov takoj po učenju in po petih tednih. V ta namen smo 468 dijakov štirih ljubljanskih srednjih šol razdelili v štiri eksperimentalne skupine, ki so se med seboj razlikovale glede na način učenja: prva skupina se je učila smo z besedilom (n = 124 dijakov), druga z besedilom in slikami (n = 117 dijakov), tretja pri klasični uri (n = 112 dijakov) in četrta z multimedijo (n = 115 dijakov). Vsak dijak je en teden pred učenjem rešil predpreizkus znanja, vprašalnik o učnih stilih in motivacijski vprašalnik. Takoj po učenju je sledilo reševanje preizkusa znanja in ponovno motivacijskega vprašalnika. Trajnost znanja in razumevanja ter motivacije smo preverili z reševanjem preizkusa znanja in motivacijskega vprašalnika po petih tednih po učenju. Pri vrednotenju vpliva uporabe multimedijskih učnih pripomočkov pri učenju je bilo ugotovljeno, da uporaba le-teh prispeva k boljšemu rezultatu pri reševanju preizkusa znanja takoj po učenju, torej k boljšemu znanju in razumevanju učne snovi med samim učenjem. Prav tako prispeva k boljšemu rezultatu na preizkusu znanja po petih tednih po učenju, torej k večji trajnosti znanja in razumevanja dijakov. V raziskavi se je tudi pokazalo, da višji uspeh ni vedno nujno posledica višje učne motivacije.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd
DC 371:575:004(043.2)=163.6
CX computer animation and multimedia presentation/acquired knowledge/improvement in comprehension/learning motivation/retention of knowledge, comprehension and motivation/multimedia learning/learning of gene expression
AU STARBEK, Petra
AA PEKLAJ, Cirila (supervisor)/STARČIČ ERJAVEC, Marjanca (co-supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate Study of Biological and Biotehnical Science, Field: Biology
PY 2010
TI THE USE OF MULTIMEDIA AND ITS INFLUENCE ON COMPREHENSION, RETENTION AND MOTIVATION OF STUDENTS IN GENETICS
DT Doctoral Dissertation
NO XII, 138 p., 14 tab., 4 fig., 7 ann., 276 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The main goal of our study was to explore whether the use of multimedia in genetics instruction contributes more than other instructional modes to students' knowledge, comprehension and higher motivation for learning genetics. We were also concerned with the influence of different instructional modes on the retention of knowledge, comprehension and motivation. And finally, we analysed the influence of gender, learning style, instructional mode and prior knowledge / prior motivation on knowledge, comprehension and motivation of students. In a quasi-experimental design four comparable groups of 3rd and 4th grade high school students were taught the process of gene expression: group 1 was taught only by reading text (n = 124 students), group 2 by text supplemented with illustrations (n = 117 students), group 3 in the traditional lecture format (n = 112 students) and group 4 through multimedia that integrated two short computer animations (n = 115 students). All students received one pre-test, learning style questionnaire and motivational questionnaire, which they filled out one week before learning. After learning in four different instructional modes, they wrote one post-test and filled out the motivational questionnaire. Writing post-test and filling out the questionnaire took place again after five weeks. So we were able to assess students´ knowledge and comprehension and estimate different aspects of their motivation during the whole research. The findings lead to the conclusion that better learning outcomes can be obtained by the use of animations or at least illustrations when learning genetics and that higher achievement is not always connected with higher students´ learning motivation.

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
	KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
	KAZALO VSEBINE	V
	KAZALO PREGLEDNIC	IX
	KAZALO SLIK	XI
	OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XII
1	**UVOD**	1
1.1	NAMEN ŠTUDIJE IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA TER DELOVNE HIPOTEZE	3
2	**PREGLED OBJAV**	5
2.1	TEORETIČNA OZADJA UČENJA Z MULTIMEDIJO	5
2.1.1	**Mayerjeva kognitivna teorija učenja z multimedijo**	6
2.1.2	**Schnotzov in Bannertov izpopolnjen model razumevanja besedila in slik**	8
2.1.3	**Podobnosti in razlike med Mayerjevo teorijo ter Schnotzovim in Bannertovim modelom**	10
2.1.4	**Štiri-komponentni model učenja z multimedijo**	11
2.2	OSNOVNI PRINCIPI OBLIKOVANJA UČINKOVITE MULTIMEDIJSKE PREDSTAVITVE	13
2.2.1	**Multimedijski princip**	14
2.2.2	**Princip razcepljene pozornosti**	15
2.2.3	**Princip modalnosti**	17
2.2.4	**Princip redundance in koherence**	19
2.2.5	**Princip individualnih razlik**	21
2.3	PRIMERJAVA VPLIVA MULTIMEDIJE IN DRUGIH NAČINOV UČENJA NA UČNE REZULTATE	22
2.3.1	**Uporaba multimedije pri učenju**	23

2.3.2 Uporaba multimedije pri učenju biologije 27

2.3.3 Učinkovitost multimedije je morda le navidezna 29

2.3.4 Najprimernejše oblike posrednika informacij glede na naravo učne vsebine 32

2.3.5 Učenje z računalnikom (multimedija, računalniške igre) in spol 34

2.4 UČNA MOTIVACIJA 35

2.4.1 Teorije učne motivacije 36

2.4.1.1 Behavioristični pristop preučevanja učne motivacije 36

2.4.1.2 Kognitivni pristop preučevanja učne motivacije 37

2.4.1.3 Humanistični pristop preučevanja učne motivacije 37

2.4.2 Komponente učne motivacije 41

2.4.3 Upoštevanje motivacije pri oblikovanju multimedije 44

2.4.4 Raziskave o vplivu motivacije na učenje 46

2.5 UČNI STILI 48

2.5.1 Značilnosti posameznih učnih stilov 49

2.5.1.1 Čutni in intuitivni učni stil 50

2.5.1.2 Vizualni in verbalni učni stil 50

2.5.1.3 Aktiven in razmišljujoč učni stil 51

2.5.1.4 Zaporeden in celosten učni stil 51

2.5.1.5 Induktivni in deduktivni učni stil 52

2.5.2 Učni stili v praksi 52

3 MATERIAL IN METODE 55

3.1 SPREMENLJIVKE 55

3.2 IZBOR IN OPIS VZORCA 55

3.3 PRIPOMOČKI 56

3.3.1 Predpreizkus znanja (Priloga D) 57

3.3.2 **Preizkus znanja** (Priloga E) 57

3.3.3 **Motivacijski vprašalnik** (Priloga F) 58

3.3.4 **Vprašalnik o učnih stilih** (Priloga G) 59

3.3.5 **Učna enota na temo izražanja genov** 59

3.4 POSTOPEK 60

3.5 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV 61

4 **REZULTATI** 63

4.1 VPLIV MULTIMEDIJE PRI UČENJU GENETIKE NA REZULTATE NA PREIZKUSU ZNANJA TER LOČENO NA ZNANJE IN RAZUMEVANJE DIJAKOV 65

4.2 VPLIV MULTIMEDIJE PRI UČENJU GENETIKE NA REZULTATE NA PONOVNEM PREIZKUSU ZNANJA TER LOČENO NA TRAJNOST ZNANJA IN RAZUMEVANJA DIJAKOV 66

4.2.1 **Primerjava rezultatov preizkusa znanja in ponovnega preizkusa znanja dijakov različnih eksperimentalnih skupin** 68

4.3 VPLIV MULTIMEDIJE PRI UČENJU GENETIKE NA MOTIVIRANOST DIJAKOV ZA UČENJE TER TRAJNOST NJIHOVE MOTIVACIJE 69

4.3.1 **Primerjava različnih vidikov motivacije dijakov za učenje genetike takoj po učenju in po petih tednih** 73

4.4 VPLIV PREDZNANJA, SPOLA, UČNEGA STILA IN NAČINA UČENJA NA REZULTATE NA PREIZKUSU ZNANJA TER LOČENO NA ZNANJE IN RAZUMEVANJE DIJAKOV 76

4.5 VPLIV PREDZNANJA, SPOLA, UČNEGA STILA IN NAČINA UČENJA NA REZULTATE NA PONOVNEM PREIZKUSU ZNANJA TER LOČENO NA TRAJNOST ZNANJA IN RAZUMEVANJA DIJAKOV 79

4.6 VPLIV VSTOPNE MOTIVACIJE, SPOLA, UČNEGA STILA IN NAČINA UČENJA NA RAZLIČNE VIDIKE UČNE MOTIVACIJE DIJAKOV TAKOJ PO UČENJU 82

4.7 VPLIV VSTOPNE MOTIVACIJE, SPOLA, UČNEGA STILA, NAČINA UČENJA IN MOTIVACIJE TAKOJ PO UČENJU NA RAZLIČNE VIDIKE KONČNE UČNE MOTIVACIJE DIJAKOV 85

5 RAZPRAVA IN SKLEPI 91

5.1 RAZPRAVA 91

5.1.1 Vpliv multimedije pri učenju genetike na rezultate na preizkusu znanja ter ločeno na znanje in razumevanje dijakov 91

5.1.2 Vpliv multimedije pri učenju genetike na rezultate na ponovnem preizkusu znanja ter ločeno na trajnost znanja in razumevanja dijakov 96

5.1.3 Vpliv multimedije pri učenju genetike na motiviranost dijakov za učenje ter trajnost njihove motivacije 98

5.1.4 Vpliv predznanja, spola, učnega stila in načinov učenja na rezultate na preizkusu znanja ter ločeno na znanje in razumevanje dijakov 100

5.1.5 Vpliv predznanja, spola, učnega stila in načina učenja na rezultat na ponovnem preizkusu znanja ter ločeno na trajnost znanja in razumevanja dijakov 102

5.1.6 Vpliv vstopne motivacije, spola, učnega stila in načina učenja na različne vidike učne motivacije dijakov takoj po učenju 104

5.1.7 Vpliv vstopne motivacije, spola, učnega stila, načina učenja in motivacije takoj po učenju na različne vidike končne učne motivacije dijakov 105

5.2 SKLEPI 106

5.2.1 Predlogi, povezani z raziskovalno metodologijo 108

5.2.2 Predlogi za pedagoško prakso 109

6 POVZETEK 111

6.1 POVZETEK 111

6.2 SUMMARY 115

7 VIRI 120

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

str.

pregl. 1: Pregled podobnosti in razlik med Mayerjevo kognitivno teorijo učenja z multimedijo ter Schnotzovim in Bannertovim izpopolnjenim modelom razumevanja besedila in slik. 10

pregl. 2: Opis vzorca dijakov, ki so sodelovali v naši raziskavi. 56

pregl. 3: Rezultati Bonferronijevega Post Hoc testa primerjave posameznih eksperimentalnih skupin v rezultatih doseženih na predpreizkusu znanja. 63

pregl. 4: Analiza kovariance (M, SE, F vrednost in statistična pomembnost razlik) rezultatov na preizkusu znanja ter ločeno znanja in razumevanja dijakov, ki so se učili v različnih pogojih, merjenih takoj po učenju in ponovno po petih tednih. 64

pregl. 5: Rezultati Bonferronijevega Post Hoc testa primerjave eksperimentalnih skupin v rezultatih na preizkusu znanja, v znanju in razumevanju. 65

pregl. 6: Rezultati Bonferronijevega Post Hoc testa primerjave eksperimentalnih skupin v rezultatih na ponovnem preizkusu znanja, v trajnosti znanja in razumevanja. 67

pregl. 7: Rezultati T-testa primerjave rezultatov dijakov na preizkusu znanja in ponovnem preizkusu znanja po petih tednih znotraj posameznih eksperimentalnih skupin. 68

pregl. 8: Analiza kovariance (M, SE, F vrednost in statistična pomembnost razlik) različnih vidikov motivacije dijakov, ki so se učili v različnih pogojih, merjene takoj po učenju in ponovno po petih tednih (končna motivacija). 70

pregl. 9: Rezultati Bonferronijevega Post-Hoc testa primerjave eksperimentalnih skupin v različnih vidikih motivacije dijakov za učenje genetike takoj po učenju in po petih tednih (končna motivacija). 72

pregl. 10: Rezultati T-testa primerjave motivacije dijakov takoj po učenju in po petih tednih (končna motivacija) znotraj posameznih eksperimentalnih skupin. 74

pregl. 11: Rezultati hierarhične regresijske analize predznanja, značilnosti dijakov (spol in učni stil) ter načina učenja kot napovednikov rezultata na preizkusu znanja ter ločeno znanja in razumevanja izmerjenih takoj po učenju. 77

pregl. 12: Rezultati hierarhične regresijske analize predznanja, značilnosti dijakov (spol in učni stil) ter načina učenja kot napovednikov rezultata na ponovnem preizkusu znanja ter ločeno trajnosti znanja in razumevanja izmerjenih po petih tednih po učenju. 79

pregl. 13a: Rezultati hierarhične regresijske analize vstopne motivacije, značilnosti dijakov (spol in učni stil) ter načina učenja kot napovednikov motiviranosti dijakov takoj po učenju (notranje motivacije, zunanje motivacije, pomembnosti učenja genetike). 82

pregl. 13b: Rezultati hierarhične regresijske analize vstopne motivacije, značilnosti dijakov (spol in učni stil) ter načina učenja kot napovednikov motiviranosti dijakov takoj po učenju (samoučinkovitosti pri učenju genetike, strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike). 83

pregl. 14a: Rezultati hierarhične regresijske analize vstopne motivacije, značilnosti dijakov (spol in učni stil), načina učenja in motivacije takoj po učenju kot napovednikov končne učne motivacije dijakov (notranje motivacije, zunanje motivacije, pomembnosti učenja genetike). 86

pregl. 14b: Rezultati hierarhične regresijske analize vstopne motivacije, značilnosti dijakov (spol in učni stil), načina učenja in motivacije takoj po učenju kot napovednikov končne učne motivacije dijakov (samoučinkovitosti pri učenju genetike, strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike). 87

KAZALO SLIK

str.

sl. 1: Shema kognitivne teorije učenja z multimedijo (Mayer 2005, str. 37). 7

sl. 2: Shema Schnotzovega in Bannertovega izpopolnjenega modela razumevanja besedila in slik (Mayer 2005, str. 57). 9

sl. 3: Shema štiri-komponentnega modela učenja z multimedijo (Mayer 2005, str. 73). 12

sl. 4: Motivacija dijakov, ki so se učili v različnih pogojih takoj po učenju (meritev 1) in po petih tednih (meritev 2). 75

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

B	eksperimentalna skupina, ki se je učila samo z besedilom
BS	eksperimentalna skupina, ki se je učila z besedilom in slikami
K	eksperimentalna skupina, ki se je učila pri klasični uri
M	eksperimentalna skupina, ki se je učila z multimedijo
EKSK	eksperimentalna skupina
NM	notranja motivacija za učenje genetike
ZM	zunanja motivacija za učenje genetike
PUG	pomembnost učenja genetike
SUG	samoučinkovitost pri učenju genetike
SOZG	strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike
VM	vstopna motivacija
MPU	motivacija po učenju
MSLQ	Motivated Strategies for Learning Questionnaire Manual
ILSQ	Index of Learning Styles Questionnaire

1 UVOD

Genetika je sodobna, hitro razvijajoča se znanost, ki dnevno prihaja do novih spoznanj. Tesno je povezana z drugimi naravoslovnimi vedami in je skupaj z njimi postala del našega vsakdana. V mislih imamo gensko spremenjeno hrano in organizme, terapevtsko in razmnoževalno kloniranje ter odkrivanje vzrokov in načinov zdravljenja številnih sodobnih bolezni. Če želimo razumeti vlogo genov v našem življenju in njihov vpliv na celotno človeštvo, moramo najprej razumeti osnovne procese, povezane z njimi. Pri tem je pomembno izražanje genske informacije v celicah, ki vodi do nastanka beljakovin. Geni in interakcije med njimi preko beljakovin in drugih produktov določajo nas, naše lastnosti in posledično tudi naše bolezni. Torej je poznavanje genov, njihovega izražanja in njihovih produktov verjetno ena izmed pomembnih poti razumevanja bolezni in s tem tudi zdravljenja le-teh.

Kljub svoji zanimivosti je genetika zahtevna veda, ki s svojo abstraktnostjo in zaradi težke predstavljivosti povzroča prenekatero težavo tako učiteljem, ki morajo vsebine predstaviti čim bolj nazorno in razumljivo, kot dijakom, ki morajo predstavljene vsebine dobro razumeti, če želijo ta spoznanja narediti uporabna in jih prenesti v vsakdanje življenje (Marbach-Ad in Stavy, 2000). Po besedah mnogih študentov je genetika najbolj zanimiva in predstavlja največji izziv med njihovim študijem (Ruiyong, 2004; Marbach-Ad, 2001). Z njimi se strinja mnogo učiteljev, ki hkrati opisujejo genetiko kot zelo zahteven predmet za poučevanje tako z jezikovnega kot vsebinskega vidika (Fink, 1990; Rode, 1995; Malacinski in Zell, 1996; Marbach-Ad, 2001; Tsui in Treagust, 2004, 2007).

S procesom izražanja genov se dijaki srečajo na področju biologije, genetike ali molekularne biologije že v srednji šoli, na ravni dodiplomskega ali podiplomskega izobraževanja pa ga spoznavajo še podrobneje. Od razumevanja tega procesa je v veliki meri odvisno razumevanje drugih spoznanj, ne samo s področja genetike in molekularne biologije, ampak tudi medicine, biotehnologije, agronomije in še bi lahko naštevali. Zato je še toliko bolj pomembno, kako te osnovne vsebine predstavimo učencem, saj s tem vplivamo na njihovo nadaljnje udejstvovanje na raznih področjih naravoslovnih znanosti.

V zadnjih desetletjih, ko je poleg znanosti tudi tehnologija hitro napredovala, se na področju izobraževanja razvijajo novi načini podajanja informacij. Tako v svetu kot pri nas raziskovalci razvijajo nove tehnologije, ki bi olajšale proces učenja in prispevale k boljšemu obvladovanju in razumevanju učnih vsebin. V zadnjih desetletjih se nasploh v življenju uveljavljajo nove tehnologije, med njimi multimedija, računalniki in uporaba interneta. Zaradi lastnosti multimedije, kot so privlačnost, zanimivost in preglednost, postajajo multimedijski programi vse bolj priljubljeni tudi v procesu izobraževanja. Na trgu lahko najdemo veliko izobraževalnih multimedijskih programov v obliki testov,

izobraževalnih iger, aminacij. Kljub temu, da je Richard Clark še leta 1985 trdil, da nova tehnologija ne pomeni doprinosa k uspešnejšemu učenju, danes multimedija učiteljem in učencem odpira nov izobraževalni svet ustvarjalnosti, saj omogoča interaktivno vključitev teksta, slik, video posnetkov in zvoka v sam pouk. Multimedija dobiva svoje pomembno mesto v izobraževanju tudi pri nas. Z razvojem multimedije in možnosti predstavitve vsebin s sodobnimi računalniškimi prijemi so se tudi pri nas na tržišču v zadnjih desetletjih pojavili številni izobraževalni sistemi za večplastno poučevanje vsebin s področja genetike in njej sorodnih disciplin, a zaradi relativne zahtevnosti tematike manjka poglobljenih študij o vplivu multimedijskih učnih pripomočkov na razumevanje in boljše obvladovanje učne snovi. Zato smo se v okviru doktorske naloge odločili, da bomo primerjali učinkovitost učenja z multimedijo v primerjavi s klasičnim načinom učenja, učenjem z učbenikom in učenjem samo z besedilom. Clark (1985) je namreč mnenja, da so nove tehnologije, ki se uporabljajo pri učenju, učinkovite le zato in toliko časa, dokler le-te za učence predstavljajo neko novost. In ravno to naj bi bil po njegovem mnenju problem mnogih raziskav, da namreč preverjajo učinkovitost pripomočkov pri učenju v dobi, ko so ti še nevsakdanji in zato bolj motivirajoči za učence. V tej nalogi bomo predstavili rezultate nekaterih raziskav s področja uporabe multimedije v raznih učnih situacijah in v luči teh skušali razložiti rezultate naše raziskave.

Kar nekaj raziskav potrjuje pozitiven vpliv multimedije na učenje vsebin različnih področij (Najjar, 1998; Ainsworth, 1999; Sweller, 1999; Mayer, 2003). Ob pomoči multimedije naj bi se učenje poenostavilo, postalo zanimivejše, učinkovitejše in samostojnejše (Krnel, 2008). Tudi odgovornost za dosežene rezultate naj bi se v tem primeru po Krnelu v večji meri prenesla na učence same. Whitnell in sod. (1994) v svoji raziskavi ugotavljajo, da so najučinkovitejši deli multimedijske predstavitve, ko gre za razumevanje pojmov tisti, ki se najbolj razlikujejo od tradicionalnega načina poučevanja, npr. računalniške animacije, tridimezionalne grafike in video posnetki. Po drugi strani je po njihovem mnenju vse tisto kar štejemo k tradicionalnemu načinu poučevanja, četudi je del animacije, neučinkovito (npr. izpeljava enačbe na računalniku).

Raziskave o učinkovitosti različnih tehnologij, med njimi tudi multimedije na učenje so bile med drugim izpeljane tudi na področju naravoslovja, znotraj tega na področju genetike. Za dojemanje dinamike določenih procesov, ki jih poučujemo znotraj genetike in njej podobnih modulov, je namreč potrebna dobra vizualizacija molekul in interakcij med njimi. To nam omogoča uporaba multimedijskih programov, ki abstraktno znanje približajo učencem tako, da postane razumljivejše in nazornejše. V raziskavah se je uporaba računalniških animacij, ki jih lahko najdemo tudi že na internetu, izkazala kot pozitiven prispevek k učenju (Marbach-Ad in sod., 2008). Ker pa je bilo raziskav s področja učenja genetike do sedaj narejenih malo, težko posplošujemo njihove ugotovitve in dajemo trdne sklepe o učinkovitosti multimedije pri učenju vsebin s tega področja.

Kot smo že omenili, je uporaba multimedije v izobraževanju pripeljala do razvoja številnih učnih pripomočkov, ki predstavljajo kombinacijo besednih in slikovnih predstavitev. Žal pa zaenkrat raziskave s tega področja še niso odkrile najprimernejše oblike multimedije, ki bi bila najučinkovitejša za učenje. Kljub številnim zagovornikom uporabe multimedije v učnem procesu namreč obstaja kar nekaj raziskav, ki izpodbijajo spoznanja o učinkovitosti uporabe le-te oz. dvomijo v preprostost razlage določenih raziskovalcev o vplivu multimedije na učenje (Schnotz, 2002; Tversky in sod., 2002; Lowe, 2003; Schnotz in Lowe, 2003; Ploetzner in Lowe, 2004). Po mnenju Kozme (1994) je potrebno raziskave usmeriti tako, da bodo lahko odgovorile na vprašanje, na kakšen način si lahko s sodobno tehnologijo pomagamo pri učenju in ne na vprašanje, ali sodobna tehnologija koristi učenju ali ne.

Nikakor ne smemo spregledati dejstva, da so v preteklosti določene nove tehnologije sprva obetale veliko uporabnost v učnem procesu, a se kasneje niso izkazale za tako zelo učinkovita sredstva posredovanja informacij. Thomas Edison (1922, cit. po Muller in sod., 2006) je ob odkritju gibajoče slike trdil, da bo le-ta v šoli v nekaj letih izpodrinila učbenike. A je Cuban že leta 1986 v svoji raziskavi ugotovil, da večina učiteljev pri poučevanju film uporablja zelo redko. Tudi danes veliko pričakujemo od multimedije in napovedujemo njeno uporabnost na mnogih področjih. Ali bodo ta pričakovanja izpolnjena ali ne, se bo verjetno pokazalo šele čez desetletja. Ravno zato so dobrodošle vsakršne raziskave in z njimi nova spoznanja, ki bodo dala trdnejše in objektivnejše sodbe o učinkovitosti multimedije na posameznih področjih in hkrati prispevale k izboljševanju samega oblikovanja multimedije, s tem pa tudi k večji učinkovitosti le-te.

1.1 NAMEN ŠTUDIJE IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA TER DELOVNE HIPOTEZE

Zaradi vsega do sedaj opisanega smo se odločili, da bomo v naši raziskavi preverili vpliv multimedije na učenje osnovnega procesa, ki se poučuje pri genetiki v srednjih šolah, in sicer na proces izražanja genov.

Glavni namen naše raziskave je bil ugotoviti vpliv multimedije pri učenju genetike na znanje in razumevanje naučene snovi v primerjavi s tremi drugimi načini učenja ter na trajnost znanja in razumevanja, kar smo preverili po petih tednih po učenju. Poleg sprememb v znanju in razumevanju smo merili tudi vpliv različnih načinov učenja na motivacijo dijakov in njeno trajnost. Empirični del raziskave je bil izveden v šolskem letu 2007-08.

Oblikovali smo naslednje delovne hipoteze:

1. Uporaba multimedijskih učnih sredstev pri učenju genetike da boljši rezultat na preizkusu znanja takoj po učenju ter poveča znanje in razumevanje dijakov v primerjavi s klasičnim učenjem, učenjem z učbenikom in učenjem samo z besedilom.

2. Uporaba multimedijskih učnih sredstev pri učenju genetike da boljši rezultat na ponovnem preizkusu znanja po petih tednih po učenju ter poveča trajnost znanja in razumevanja dijakov v primerjavi s klasičnim učenjem, učenjem z učbenikom in učenjem samo z besedilom.

3. Uporaba multimedijskih učnih sredstev pri učenju genetike poveča motiviranost dijakov za učenje in trajnost njihove motivacije v primerjavi s klasičnim učenjem, učenjem z učbenikom in učenjem samo z besedilom.

4. Predznanje, spol, učni stil in način učenja vplivajo na rezultate na preizkusu znanja ter ločeno na znanje in razumevanje dijakov.

5. Predznanje, spol, učni stil in način učenja vplivajo na rezultate na ponovnem preizkusu znanja po petih tednih ter ločeno na trajnost znanja in razumevanja dijakov.

6. Vstopna motivacija, spol, učni stil in način učenja vplivajo na različne vidike učne motivacije dijakov takoj po učenju (notranjo motivacijo, zunanjo motivacijo, pomembnost učenja genetike, samoučinkovitost pri učenju genetike, strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike).

7. Vstopna motivacija, spol, učni stil, način učenja in motivacija takoj po učenju vplivajo na različne vidike končne učne motivacije dijakov (notranjo motivacijo, zunanjo motivacijo, pomembnost učenja genetike, samoučinkovitost pri učenju genetike, strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike).

2 PREGLED OBJAV

2.1 TEORETIČNA OZADJA UČENJA Z MULTIMEDIJO

Pod multimedijo (večpredstavnost) so raziskovalci sprva šteli vsako kombinacijo različnih vrst informacij – medijev (zvok, video, besedilo, slika), ki jih hkrati predvajamo na enem samem predvajalnem sredstvu (npr. računalniku). V zadnjem času jo nekateri razlagajo kot uporabo različnih oblik posrednikov informacije v neki predstavitvi (Schwartz in Beichner, 1999). Za Mayerja je to predstavitev vsebine preko besedila in slike (Mayer, 2003). Po Brooksu (1997) multimedija združuje sliko, film, glasbo in svetlobne efekte z namenom, da olajša učenje ali da služi kot razvedrilo. Multimedijo definirajo tudi kot vsebino, ki jo podajamo v obliki grafike, filma, zvoka ali slike (Greenlaw in Hepp, 1999). Po mnenju nekaterih raziskovalcev multimedija obsega računalniške programe, ki vključujejo besedilo ob nekem dodatnem posredniku informacije: zvoku, filmu, fotografijah, 3D-grafikah, animacijah ali visoko ločljivostni grafiki (Maddux in sod., 2001). Dandanes je pod multimedijo največkrat mišljena kombinacija besedila, zvoka, grafike, animacij, slik in filma v obliki računalniške predstavitve (Jonassen, 2000). Schnotz (2008) jo opisuje kot kombinacijo tehničnih naprav, kot so računalniki, internet in elektronski zasloni, ki jih uporabljamo kot posrednike informacij v obliki besedila, statičnih slik, animacij, grafov ali zvoka. V naši raziskavi smo kot multimedijo upoštevali računalniško predstavitev z dvema animacijama. Le-to pa primerjali z drugimi načini učenja, med njimi tudi z učenjem z učbenikom (kombinacija besedila in slik), ki ga Mayer že šteje pod multimedijo. Mi pa smo se pri definiciji multimedije naslonili na Jonassena (2000) in Schnotza (2008).

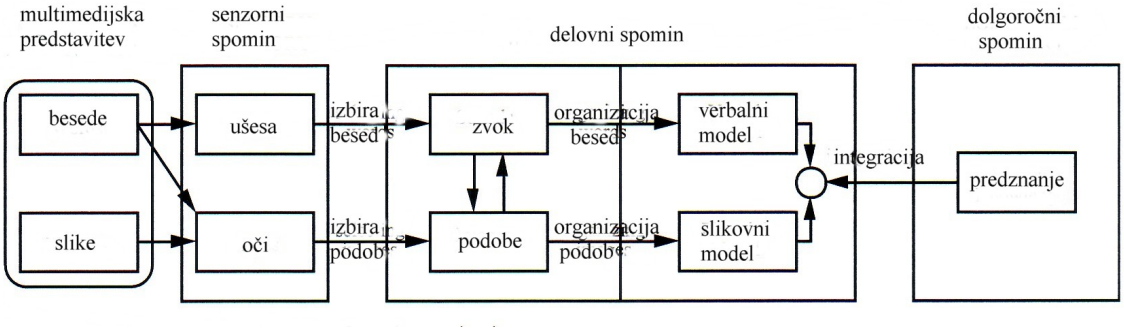
Za razliko od definicije same multimedije, je pri definiciji učenja z multimedijo poudarek na miselnih procesih učencev, ki vodijo v učenje. Osnova učenja z multimedijo izhaja iz domneve, da se ljudje v določenih okoliščinah boljše učimo z besedilom in slikami kot samo z besedilom (obstajajo namreč raziskave, v katerih se je pokazalo, da je učenje ob kombinaciji besedila in slik manj učinkovito od učenja samo z besedilom ali samo s slikami (Kalyuga in sod., 1999). Več stoletij je učenje temeljilo na učenju z besedilom in tudi raziskave na tem področju so proučevale le to obliko učenja. Z razvojem novih tehnologij pa se je pokazala možnost dopolnitve učenja z besedilom - z učenjem s slikami. Napredek v razvoju računalniške tehnologije je omogočil dostop do velikega števila statičnih slik pa tudi animacij in video posnetkov. Z vstopom nove tehnologije v proces učenja se je odprlo kar nekaj vprašanj: Ali je pravi čas za nadgradnjo učenja z besedilom? Kakšne posledice lahko vpeljava slikovnega materiala prinese v proces učenja? Kaj se dogaja z miselnimi procesi posameznika, ko se uči ob kombinaciji besedila in slik? Kaj vpliva na učenje z besedilom in slikami? Ali na kratko: kako multimedija lahko vzpodbudi

učenje? Na ta sklop vprašanj smo delno skušali odgovoriti tudi v naši raziskavi in predstavljeni doktorski nalogi.

2.1.1 Mayerjeva kognitivna teorija učenja z multimedijo

Ob vse večji uporabi multimedije je nekatere raziskovalce poleg tega, ali multimedija pozitivno vpliva na učenje ali ne, zanimalo tudi, zakaj vpliva pozitivno in kdaj vpliva tako. Med njimi eden največjih zagovornikov multimedije, Mayer učinkovitost le-te vidi v samem procesu učenja, saj učenec ob učenju z multimedijo sprejema tako vizualne kot verbalne informacije, ki jih mora nato v delovnem spominu obdelati in povezati, kar vodi v boljše učenje in s tem boljše razumevanje dane snovi, kot če bi se učili samo z besedilom. Na tem temelji njegova kognitivna teorija učenja z multimedijo (Mayer, 1997), v kateri je povezal več ključnih teorij s tega področja, in sicer Paivijevo teorijo dvojnega kodiranja (ang. »Dual coding theory«) (Paivio, 1986), Swellerjevo kognitivno teorijo (ang. »Cognitive load theory«) (Chandler in Sweller, 1991; Sweller, 1999), Baddeleyev model delovnega spomina (ang. »Baddeley´s model of working memory«) (Baddeley, 1986, 1992, 2000) in konstruktivistično teorijo učenja (ang. »Constructivist theory«) (Mayer, 1996). Mayerjeva teorija temelji na Paivijevem spoznanju, da ima vsak človek ločen verbalni in vizualni sistem obdelovanja podatkov. V prvem sistemu se obdelujejo verbalne informacije, v drugem pa nebesedni podatki, dogodki in čutne zaznave (Paivio, 1986; Clark in Paivio 1991). Iz kognitivne teorije in modela delovnega spomina je Mayer v svojo teorijo vključil spoznanje, da sta verbalni in vizualni spomin omejena s količino podatkov, ki jih lahko v določenem trenutku sprejmeta in obdelujeta (Chandler in Sweller 1991; Baddeley, 1986; Sweller, 1999). Ta dejstva je Mayer povezal s konstruktivistično teorijo učenja in poudaril, da je za uspešno učenje potrebna aktivnost učencev pri zbiranju informacij, organiziranje teh informacij v pomenske zveze in povezovanje novih spoznanj z že obstoječim znanjem (Mayer, 1996). Mayerjev model temelji na treh ključnih domnevah (Mayer, 2001):

1. vizualne in verbalne oz. slušne informacije se obdelujejo v različnih med seboj ločenih podatkovnih obdelovalnih kanalih,
2. vsak podatkovno obdelovalni kanal je omejen s količino podatkov, ki jih lahko v danem trenutku obdela,
3. obdelovanje podatkov v podatkovnih kanalih je aktiven miselen proces, ki omogoča ustvarjanje razumljivih povezav med vsemi zbranimi in obdelanimi podatki.



Slika 1: Shema kognitivne teorije učenja z multimedijo (Mayer 2005, str. 37).

Figure 1: Cognitive theory of multimedia learning (Mayer 2005, p. 37).

Sam miselni proces po Mayerju (2001) poteka v petih korakih:

1. izbira ključnih besed za obdelavo v verbalnem delovnem spominu,
2. izbira ključnih slik za obdelavo v vizualnem delovnem spominu,
3. organizacija ključnih besed v verbalni miselni model,
4. organizacija ključnih slik v vizualni miselni model,
5. povezava verbalne in vizualne informacije med seboj in s predhodnim znanjem.

Na opisanih treh ključnih domnevah in poteku miselnega procesa po Mayerju, so temeljile številne raziskave, katerih rezultat je bila postavitev sedmih principov učinkovite uporabe multimedije med učnim procesom (Mayer in Moreno, 2002):

1. multimedijski princip (ang. »multimedia principle«), ki pravi, da je učenje z besedilom in sliko učinkovitejše od učenja izključno z besedilom,
2. princip časovne usklajenosti (ang. »temporal contiguity principle"), ki pravi, da je potrebno besedilo in njemu ustrezne slike v prezentaciji prikazati sočasno,
3. princip prostorske usklajenosti (ang. »spatial contiguity principle«), ki pravi, da morajo slike, ki ustrezajo določenemu besedilu, stati blizu besedila,
4. princip modalnosti (ang. "modality principle"), ki pravi da je animacija, ki jo spremlja govorjeno besedilo, učinkovitejša od animacije z napisanim besedilom,
5. princip redundance (ang. "redundancy principle"), ki pravi, da je učinkovitejše učenje z animacijo in podpisanim besedilom kot z animacijo, ki jo poleg podpisanega besedila spremlja še govorjeno besedilo,
6. princip koherence (ang. "coherence principle"), ki pravi, da je potrebno iz predstavitve odstraniti čim več odvečnih besed, slik in zvokov,
7. princip individualnih razlik (ang. "individual difference principle"), ki pravi, da je multimedija učinkovitejša za učno slabše učence in za vizualne tipe učencev.

Vsi ti principi so enako pomembni tako pri oblikovanju animacije kot katere koli druge predstavitve, npr. učbenika, saj je ključno pri oblikovanju posrednika informacij

upoštevanje delovanja človeškega miselnega procesa; učenec se namreč nekaj nauči zaradi miselnega procesa in ne zaradi oblike posrednika informacij (Mayer, 2003).

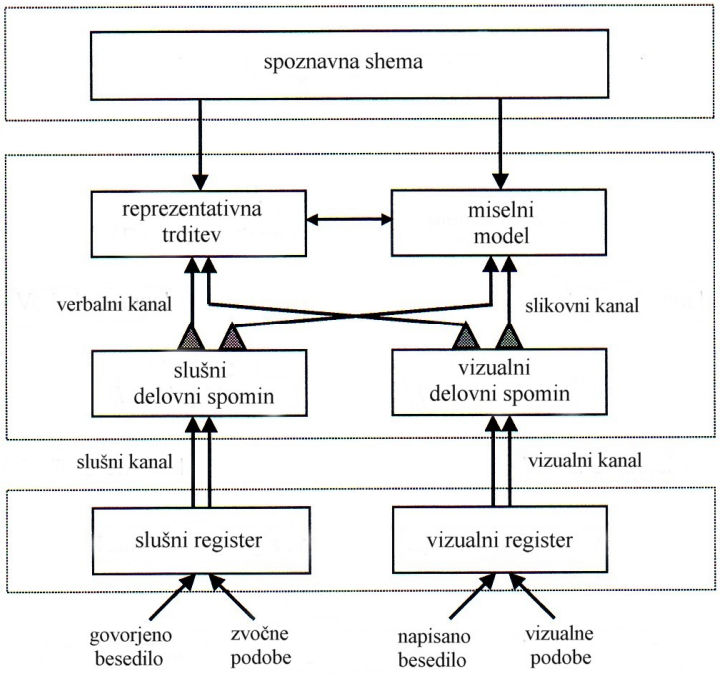
2.1.2 Schnotzov in Bannertov izpopolnjen model razumevanja besedila in slik

Z multimedijo in njeno učinkovitostjo so se poleg Mayerja ukvarjali tudi mnogi drugi znanstveniki, med njimi Schnotz, ki je s svojimi kolegi razvil model razumevanja besedila in slik. Ta je bolj zapleten od Mayerjeve razlage in vključuje opisno in slikovno vejo predstavitve (Schnotz in Bannert, 2003). Opisna veja vsebuje zunanje besedilo, notranjo predstavo o besedah in notranjo miselno podobo opisanega. Vsebina se v verbalnem kanalu, ki je del opisne veje, obdeluje s simbolnim procesiranjem. Slikovna veja vsebuje zunanje slike ali diagrame, notranjo vizualno zaznavo in notranji miselni model o sliki ali diagramu. Vsebina se v vizualnem kanalu, ki je del slikovne veje, obdeluje s pomočjo ustvarjanja strukturnih map. Tako mora učenec za razumevanje besedila in slike najprej ustvariti miselno predstavo o besedah, izdelati predstavo o vsebinskem obsegu opisanega, ustvariti vizualno miselno predstavo slike, ustvariti predstavo slike iz danega besedila in nato zgraditi miselni model prikazanega s pomočjo informacij iz verbalnega in vizualnega kanala. Razumevanje slike torej združuje tako vizualno-prostorske kot verbalne zaznave in povezave. Če povzamemo ob primeru: besedilo, ki je zunanja opisna predstavitev, vzpodbudi tako notranje opisne kot slikovne miselne predstave; in slika, ki je zunanja oblikovna predstavitev vodi v razvoj notranje slikovne predstave, ki se kombinira s slikovno predstavo iz verbalnega kanala.

Zaradi prepletenosti notranjih miselnih procesov pri razumevanju slik in besedila so Schnotz in njegovi kolegi mnenja, da Mayerjeva teorija ne odgovori na vsa vprašanja, s katerimi so se srečali ob svojih številnih raziskavah. Po njihovem mnenju je Mayer spregledal dejstvo, da lahko posamezniki različno dojemajo slike in na osnovi tega ustvarijo različne miselne predstave (Schnotz in Lowe, 2003). Še več, v neki raziskavi je bilo ugotovljeno, da ima slika zaradi prepletanja verbalnih in vizualnih notranjih miselnih procesov lahko tudi negativen vpliv na pravilno razumevanje besedila (Chandler in Sweller, 1991). Tako naj bi slike, ki ne ustrezajo besedilu, motile pravilno razumevanje besedila, kar je bilo v večji meri opaženo pri učencih z višjim predznanjem. Schnotz je zato dopolnil model razumevanja besedila in slik z integrativnim modelom razumevanja besedila in slik (Schnotz, 2005, 2008). Model združuje spoznanja o večdelnem spominu (Atkinson in Shiffrin, 1971), o delovanju delovnega spomina (Baddeley, 1986, 1992, 2000), o dvojnem kodiranju podatkov (Paivio, 1986), kognitivno teorijo učenja z multimedijo (Mayer, 1997, 2001) in prvotni model razumevanja besedila in slik (Schnotz in Bannert, 2003). Novi model temelji na sledečih predpostavkah:

1. razumevanje besedila in slik se dogaja v delovnem spominu, zaznavnem registru in dolgoročnem spominu,

2. verbalne informacije (zapisane ali govorjene) in vizualne informacije (slike, zvoki) se prenesejo v delovni spomin skozi vizualni (zapisano besedilo, slike) in slušni kanal (govorjeno besedilo, drugi zvoki), ki sta omejena s količino podatkov, katere lahko obdelata in shranita,
3. nadaljnja obdelava podatkov v delovnem spominu se dogaja v dveh ločenih kanalih, ki sta omejena s količino podatkov, ki jih lahko obdelata in shranita: v opisnem, kjer se obdelujejo govorjena ali zapisana besedila in v slikovnem, kjer se obdelajo slike in ostali zvoki,
4. razumevanje besedila in slik zahteva prepletanje in dopolnjevanje vseh dobljenih in obdelanih informacij.



Slika 2: Shema Schnotzovega in Bannertovega izpopolnjenega modela razumevanja besedila in slik (Mayer 2005, str. 57).

Figure 2: Schnotz´s and Bannert´s Integrative model of text and picture comprehension (Mayer 2005, p. 57).

O učenju govorimo, ko se razumljene informacije povežejo z obstoječim znanjem (predznanjem) in pride do sprememb v dolgoročnem spominu. Ob tem lahko ločimo zaznavno in spoznavno raven. Na zaznavni ravni se zunanje informacije prenesejo v delovni spomin, pri čemer sodelujejo zaznavni kanali. Na spoznavni pa se obdelane informacije v delovnem spominu prepletajo z dolgoročnim spominom, kar omogočata vizualni in verbalni kanal.

2.1.3 Podobnosti in razlike med Mayerjevo teorijo ter Schnotzovim in Bannertovim modelom

Podobnosti in razlike so povezete v preglednici 1.

Preglednica 1: Pregled podobnosti in razlik med Mayerjevo kognitivno teorijo učenja z multimedijo ter Schnotzovim in Bannertovim izpopolnjenim modelom razumevanja besedila in slik.

Table 1: Resemblances and differences between Mayer's cognitive theory of multimedia learning and Schmitz's and Bennert's model of text and picture comprehension.

Podobnosti	1. Spoznanje o zapleteni zgradbi spomina nasploh in o omejenosti delovnega spomina. 2. Delovni spomin je mesto združevanja vseh dobljenih informacij (verbalnih in vizualnih). 3. Povezovanje novega znanja s predznanjem. 4. Učinkovitost multimedije je odvisna od njene oblike: od tod sedem principov, pri čemer Schnotz dodaja še štiri (opisani so pod tabelo).
Razlike	1. Mayer loči verbalni in vizualni kanal sprejemanja informacij, Schnotz pa slušni in vizualni kanal. 2. Po Mayerju se besede, tako zapisane kot govorjene, prenašajo skozi verbalni kanal, po Schnotzu se govorjene prenašajo po slušno-besednem kanalu, zapisane pa po vizualno-slikovnem kanalu. 3. Po Schnotzu je slikovna informacija lahko tudi slušna. 4. Po Mayerju se ustvarita dva miselna modela: vizualni in verbalni, ki se morata nato povezati v celoto; po Schnotzu se oblikuje le en model, v katerem se združujejo vse informacije. 5. Mayerjevi zaznavni ravni ustrezajo zvoki in slike, Schnotzovi zaznavni ravni pa zvoki, slike in dotik. 6. Mayerjevi spoznavni ravni ustreza ustvarjanje verbalnega in slikovnega modela, Schnotzovi pa verbalni in slikovni kanal. 7. Za razliko od Mayerjevega modela se Schnotzov lahko uporablja tudi pri razlagi pisanja besedila ali ustvarjanja slike, ali pri razumevanju besedila in ustvarjanju slike iz zapisanega in obratno.

Oba modela torej zagovarjata sedem že omenjenih principov oblikovanja multimedije. Schnotzov pa dodaja še štiri:

1. princip zaporedja slike in besedila, ki pravi, če slike in besedila ni moč prikazati sočasno, naj bo slika predstavljena pred besedilom,
2. princip strukturnega mapiranja, ki pravi, če vsebino lahko predstavimo z več podobnimi slikami, izberimo le eno, in sicer tisto, ki največ prispeva k razumevanju in nadaljnjemu reševanju naloge,

3. splošni princip odvečnosti, ki pravi, če imajo učenci dovolj predznanja in dovolj visoke sposobnosti za ustvarjanje miselne sheme iz enega samega vira podatkov (besedilo ali slika), ne uporabljajmo dveh ali več virov podatkov (besedilo in slika),
4. princip nadzora nad obdelovanjem podatkov, ki pravi, če je statična slika opremljena z besedilom, ki je težko razumljivo in pri učenju nismo časovno omejeni, raje uporabljajmo napisano besedilo kot pa govorjeno.

2.1.4 Štiri-komponentni model učenja z multimedijo

Štiri-komponentni model učenja z multimedijo sta predpostavila Merrienboer, Kester (2005). Model podaja navodila za oblikovanje učinkovitega učnega okolja, ki bo vključevalo povezovanje znanja in spretnosti, in ki se bo povezovalo z vsakdanjim življenjem. Model izhaja iz predpostavke, da je celotno znanje posameznika shranjeno v kognitivnih shemah, proces učenja pa temelji na omejenem delovnem spominu in neomejenem dolgoročnem spominu. Učenje avtorja povezujeta z ustvarjanjem novih shem in dopolnjevanjem že obstoječih shem. Pogoj za učenje je prepletenost štirih ključnih komponent, ki so:

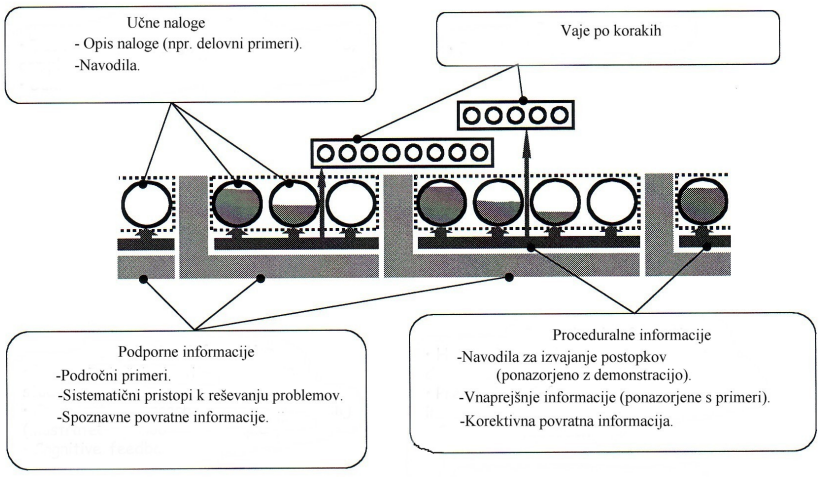
1. zastavljen problem oz. učna naloga, ki temelji na realni življenjski situaciji,
2. podporne informacije, ki pomagajo pri reševanju naloge in učenca usmerjajo,
3. proceduralne informacije, ki so pogoj za izpeljavo neke veščine,
4. vaje za utrjevanje pridobljenega znanja.

Učinkovitost učenja je po tej teoriji povezana z določenimi principi oblikovanja multimedije, podobno kot pri Mayerju in Schnotzu:

1. princip zaporednosti poudarja, da je boljše, če predstavimo neko informacijo najprej čim bolj preprosto in nato vedno bolj kompleksno,
2. princip natančnosti zagovarja pomembnost povezanosti učne snovi z vsakdanjim življenjem, pri čemer poudarja, da je boljše v začetku postaviti naloge, ki so manj povezane z življenjskimi situacijami, njim pa naj sledijo naloge, vzete iz realnega življenja,
3. princip raznolikosti opozarja na potrebnost različnosti med zastavljenimi nalogami, ki naj bodo podoba različnosti teh nalog v vsakdanjem življenju,
4. princip individualizacije zagovarja pomembnost možnosti prilagajanja učnega procesa posamezniku,
5. princip krožnega urjenja poudarja potrebnost navodil ali primerov reševanja neke naloge, ki usmerjajo učenca k cilju in onemogočajo nepotrebne naloge oz. dejanja na tej poti,
6. princip dovršitve govori o potrebnosti oblikovanja učnega procesa in reševanja nalog tako, da pričnemo z delovnimi problemi, ki jih mora učenec preučiti in razumeti, temu naj sledijo dovršitveni problemi, ki so delno rešeni, učenec pa jih

mora dokončati, in nazadnje vsakdanji problemi, ki jih mora učenec v celoti sam rešiti,

7. princip odvečnosti, ki ga srečamo tako pri Mayerju (Moreno in Mayer, 2002b) kot Swellerju (Kalyuga in sod., 2000) najdemo tudi v tem modelu učenja z multimedijo, izpostavlja pa dejstvo, da je potrebno pred vsakim sklopom nalog podati navodila, ki naj se pred naslednjim sklopom nalog, ki so nadgradnja prejšnjih, ne ponavljajo, ampak naj bodo tudi navodila napisana v smislu nadgradnje prejšnjih,
8. princip samorazlage poudarja pozitiven vpliv učenčeve razlage podatkov, v katero ga usmerjamo s postavljanjem sprotnih vprašanj oz. problemov,
9. princip lastne hitrosti učenja izpostavlja pozitiven vpliv učenčevega nadzora nad potekom multimedijske predstavitve na uspešno učenje,
10. princip časovno pogojene razcepljene pozornosti opozarja na pomembnost podajanja potrebnih informacij v pravem času, ko jih učenec potrebuje in ne v časovnem zamiku,
11. princip prostorsko pogojene razcepljene pozornosti poudarja, da je različne izvore iste informacije (slika, besedilo) potrebno podajati v okviru ene slike in ne prostorsko ločeno;
12. princip označevanja uči o potrebnosti označevanja za učenje ključnih sestavin npr. neke slike, o kateri istočasno poteka ali je pripisana razlaga,
13. princip govorjenega besedila zagovarja dejstvo, da je učenje uspešnejše, kadar poteka ob sliki in govorjenem besedilu v primerjavi z učenjem ob sliki in napisanem besedilu, saj gre v drugem primeru za dva izvora vidne informacije, ki obremenjujeta delovni spomin,
14. princip delne izurjenosti pomeni pomembnost obvladovanja delnih nalog oz. vmesnih problemov za reševanje končnega problema oz. naloge.



Slika 3: Shema štiri-komponentnega modela učenja z multimedijo (Mayer 2005, str. 73).

Figure 3: S schematic overview of the four components instructional design model (Mayer 2005, p. 73).

2.2 OSNOVNI PRINCIPI OBLIKOVANJA UČINKOVITE MULTIMEDIJSKE PREDSTAVITVE

Po Mayerju (2001) so rezultati učenja z multimedijo lahko trije: da učenja ni (učenec slabo odgovarja tako na vprašanja, ki preverjajo znanje kot tista, ki preverjajo razumevanje), da je učenje slabo (učenec dobro odgovarja na vprašanja, ki preverjajo znanje in slabo na vprašanja, ki preverjajo razumevanje), in da je učenje dobro (učenec dobro odgovarja na oba sklopa vprašanj). Aktivno učenje, ki pomeni učenčevo aktivnost, predvsem miselno, vodi v dobro učenje. Naloga multimedije je, da aktivira spoznavno aktivnost učenca, pri čemer je vedenjsko lahko popolnoma neaktiven (Mayer, 2001).

Po Schnotzu (2008) ima multimedija na učenje tri možne učinke: učinek usposabljanja (nemogoči procesi postanejo mogoči), olajševalni učinek (možni, a težko razumljivi procesi postanejo laže razumljivi) in zaviralni učinek (oteži učenje zaradi preobremenitve miselnih procesov). Prva dva učinka sta posledica znižanja miselnega napora, tretji pa njegove preobremenitve. Miselni napor je po Schnotzu lahko notranji, zunanji in pripadajoč. Notranji miselni napor je posledica zahtevnosti določene naloge oz. vsebine, ki se je mora učenec naučiti in je odvisen od števila elementov, ki jih mora posameznik obdelovati v delovnem spominu. Zunanji miselni napor je posledica neprimerne oblike podajanja neke informacije. Pripadajoč miselni napor pa je odraz posameznikovega napora, ki ga vloži za oblikovanje shem in s tem razumevanje vsebine. Če morata biti notranji in zunanji miselni napor ob učenju zmanjšana, mora biti pripadajoč miselni napor za čim bolj uspešno učenje povečan. In to naj bi bila naloga multimedije ali katerega koli drugega posrednika informacij, če želimo, da bo njegovo delovanje učinkovito.

Da multimedija ne bi imela zaviralnega učinka, moramo biti pozorni na nekaj ključnih konceptov, ki jih je po mnenju kognitivne teorije dobro upoštevati pri oblikovanju multimedije (Leahy in sod., 2003):

1. naš delovni spomin je omejen s količino podatkov, ki jih lahko shranjuje in obdeluje,
2. dolgoročni spomin je neomejen in shranjuje neskončno število elementov, ki jih hierarhično razporeja v sheme,
3. sheme se obdelujejo zavestno ali avtomatično (brez delovnega spomina oz. zavesti),
4. avtomatično delujoče sheme se shranjujejo v dolgoročnem spominu in zmanjšujejo obremenitev delovnega spomina.

Zadnja predpostavka je ključna pri oblikovanju multimedije in drugih posrednikov informacij. Le-ti bi morali namreč delovati tako, da bi olajšali izgradnjo shem in njihovo avtomatizacijo. V nasprotnem primeru je učenje lahko ovirano. Olajšano izgradnjo shem in njihovo avtomatizacijo po mnenju Leahyja in sod. (2003) dosežemo z odstranitvijo ali

zmanjšanjem vseh odvečnih miselnih aktivnosti med učenjem. Tudi Mayer in Moreno (2003) sta v svojem delu poudarila pomembnost oblikovanja multimedije, ki mora čim bolj zmanjšati nepotrebne miselne procese in pri tem navedla devet praktičnih nasvetov, kako v določenih situacijah oblikovati multimedijo, da se učenec po nepotrebnem miselno ne napreza in tako postane učenje z multimedijo učinkovitejše.

Ob raziskavah o učinkovitosti multimedije se je izkazalo, da je za uspešno učenje z multimedijo zelo pomembna oblika same multimedijske predstavitve. Mayer je ta spoznanja povzel v sedem že omenjenih principov. Drugi raziskovalci so dodali nova spoznanja in nove principe, nekatere Mayerjeve pa le drugače poimenovali. V nadaljevanju si bomo ogledali nekaj ključnih principov, pri čemer bomo izpostavili njihov pomen pri oblikovanju multimedijske predstavitve in na kratko predstavili raziskave, ki so proučevale posamezne principe.

2.2.1 Multimedijski princip

Multimedijski princip izhaja iz predpostavke, da se ljudje boljše in lažje učimo ob kombinaciji besedila in slik kot samo z besedilom (Mayer, 2001). To je Mayer s svojimi sodelavci preveril v številnih študijah. V šestih od devetih raziskav se je pokazal pozitivnejši vpliv učenja z besedilom in slikami v primerjavi z učenjem samo z besedilom. V vseh devetih študijah pa je bila uporaba znanja v novih situacijah boljša v skupini, ki se je učila z besedilom in slikami. Določene raziskave so razkrile, da je video učinkovitejši od učenja s statičnimi slikami (Hanley in sod., 1995; Al-Seghayer, 2001). Raziskovalci so testirali tudi vpliv multimedije na učence z visokim ali nizkim predznanjem. Izkazalo se je, da je učinkovitost učenja z multimedijo v primerjavi z učenjem samo z besedilom izrazitejša pri učencih z nižjim predznanjem (Mayer in Gallini, 1990). Še več, v raziskavah, ki jih je izpeljal Kalyuga s sodelavci (Kalyuga in sod., 2003), se je izkazalo, da je pri učenju z multimedijo potrebno vodenje učencev, a je bistvenega pomena le za učence z nizkim predznanjem. Pri učencih z visokim predznanjem pa ima lahko celo negativen vpliv na učenje. Schnotz je s kolegi (Schnotz in sod., 1993) ugotovil, da uspešnejši učenci boljše uporabljajo učni material, v njihovem primeru graf in besedilo, kot manj uspešni učenci, saj se bolj osredotočajo na vsebino, ki je bistvena za razumevanje snovi. Nekateri raziskovalci so pregledovali urejenost učbenikov in ugotovili, da je kar nekaj učbenikov slabo zasnovanih, saj so ali prenatrpani s slikami (Mayer, 2001) ali pa slike zaradi svoje neustreznosti ne doprinesejo k boljšemu razumevanju snovi (Britton in sod., 1993).

Kljub splošnemu prepričanju, da učenje z multimedijo bolj motivira dijake, dodajanje slikovnega ali drugega materiala k neki predstavitvi, izključno z namenom, povečati učenčev interes, ne prispeva nujno k boljšemu učenju. V raziskavah namreč ugotavljajo, da dodatki k neki predstavitvi učenje lahko ovirajo, sploh če gre za nepomembne dodatne

informacije (Kalyuga in sod., 1999). Tudi Michas in Berry (2000) sta želela preveriti, ali so multimedija in slike ob besedilu res bolj učinkoviti pripomočki pri učenju od samega besedila. Izkazalo se je, da je učinkovitost posrednika informacije (besedila, slik ob besedilu, multimedije) odvisna od tega, kako so v njem predstavljene za razumevanje ključne informacije. To pa je pomembno tako pri kombinaciji slik in besedila kot pri enem samem posredniku, npr. besedilu, v katerem poudarimo ključne informacije s simboli ali drugimi oblikovnimi posebnostmi. S tem se strinjajo tudi Kalyuga in sod. (1999), ki so v svoji raziskavi dokazali, da je učenje s sliko in ustreznim besedilom res učinkovitejše, a le kadar se na sliki pojavijo dodatne barvne oznake, ki opozarjajo učenca na trenutno razlago. Pri tem raziskovalci poudarjajo, naj bi pri eni predstavitvi ne uporabili več kot pet različnih barv.

2.2.2 Princip razcepljene pozornosti

Do pojava razcepljene pozornosti pride, kadar mora biti učenec med učnim procesom pozoren na več izvorov za razumevanje pomembnih informacij, ki so časovno ali prostorsko ločene. To poveča zunanji miselni napor (Schnotz, 2008) in s tem onemogoča dobro učenje. Princip razcepljene pozornosti uči, da je v primeru, ko predstavljamo vsebino preko nezdružljivih virov bolje, da to vsebino predstavimo v enem združenem formatu, zaradi česar posamezniku ni potrebno ustvarjati miselnih povezav med različnimi viri informacij, učenje pa je posledično uspešnejše.

Prve raziskave na tem področju sta izvedla Tarmizi in Sweller (1988), ki sta proučevala vpliv delovnih zgledov na učenje geometrije. Do tedaj je namreč veljalo, da zgledi prispevajo k boljšemu učenju algebre in ostalih matematičnih področij. V njuni raziskavi se je izkazalo, da tako zgledi kot navodila, kako priti do rešitev, niso imeli vpliva na boljše reševanje geometrijskih problemov v primerjavi z uveljavljenimi strategijami reševanja le-teh. Razlog za to sta videla v tem, da so morali učenci pri reševanju problema združiti podatke iz diagrama in besedila pod njim, kar je obremenilo njihove miselne procese in s tem oviralo učenje. Hkrati sta v svoji raziskavi potrdila, da je učenje z med seboj povezanimi delovnimi zgledi, ki so časovno in prostorsko povezani v celoto, uspešnejše v primerjavi z učenjem preko ustaljenih načinov reševanja problemov.

Podobne raziskave so izvedli tudi Sweller in sod. (1990) na področju geometrije ter Ward in Sweller (1990) na področju fizike in prišli do podobnih zaključkov: najučinkovitejši za učenje, v primerjavi z delovnimi vzorci, ki so zgrajeni iz več med seboj nepovezanih virov informacij in tudi v primerjavi s splošno uporabljenimi načeli reševanja matematičnih problemov, so delovni zgledi, ki so celoviti in ne povzročajo efekta razcepljene pozornosti.

Chandler in Sweller (1991) sta ta efekt proučevala pri biologiji, natančneje pri učenju kroženja krvi skozi srce in pljuča. V tej raziskavi se je izkazalo, da je bilo učenje najuspešnejše v primeru, ko so učenci za učenje uporabili samo graf. Učenje z grafom in vanj vključenim besedilom se ni izkazalo za uspešnejše v primerjavi z učenjem z grafom in podpisanim oz. spodaj dodanim besedilom. Razlog za to sta videla v obliki predstavitve, saj je besedilo v oz. ob grafu vsebovalo isto informacijo kot sam graf – torej za razumevanje nista bila potrebna oba vira informacij. To pa je posledica še enega principa - principa redundance (odvečnosti), o katerem bomo govorili kasneje.

Mayer (1989) je v luči principa usklajenosti preučeval učinek slike z opombami, same slike in samih opomb na učenje. Izkazalo se je, da je bilo učenje s slikami in opombami najuspešnejše. S tem je dokazal pomembnost povezanosti različnih virov informacij med seboj. Moreno in Mayer (1999) sta preučevala reševanje meteorološke naloge s pomočjo računalnika. V njuni raziskavi se je pokazalo, da efekt razcepljene pozornosti nastopi že ob najmanjši nepovezanosti posameznih elementov predstavitve, in ne nujno le ob časovni ali veliki prostorski razdalji med posameznimi elementi. V tej raziskavi se je pokazalo tudi to, da je bilo učenje boljše v primeru uporabe slike in govorjenega besedila kot v primeru uporabe slike in napisanega besedila. S tem sta potrdila tudi princip govorjenega besedila, o katerem bomo več spregovorili kasneje.

Princip razcepljene pozornosti so raziskovalci proučevali tudi v primeru učenja rokovanja z računalnikom. Sweller in Chandler (1994) in Chandler in Sweller (1996) sta v raziskavah preverila učinek uporabe navodil in računalnika v primerjavi z učenjem le z navodili, ki so vsebovala grafe tik ob besedilu. Učenje je bilo uspešnejše pri drugi skupini učencev, saj je pri prvi prišlo do efekta razcepljene pozornosti zaradi sočasnega branja navodil in uporabe računalnika. V njunih raziskavah se je pokazala tudi pomembnost zgradbe neke predstavitve v smislu števila med seboj povezanih elementov, ki jih vsebuje predstavitev in jih mora posameznik med učenjem sprejemati. Izkazalo se je, da so predstavitve z manjšim številom elementov lažje za učenje kot predstavitve z večjim številom elementov, saj le-ti povečajo notranji miselni napor.

Ayers in Sweller (2005) opozarjata, da se princip prostorske usklajenosti najbolj izrazi v treh primerih: pri učencih, ki so novinci pri učenju neke snovi; ko gre za učenje z grafom, ki ga ne moremo razumeti brez dodatnih opomb in ko imamo težko razumljivo snov.

Mayer je v svojih raziskavah proučeval različico principa razcepljene pozornosti, in sicer princip časovne usklajenosti. Po njegovem mnenju morajo biti besedilo in ustrezne slike prikazani istočasno in ne zaporedoma. To je bilo dokazano v raziskavi Mayerja in Andersona (1991), ki sta proučevala učenje delovanja črpalke. Pri tem se je prva skupina učencev učila s pomočjo govorjenega besedila, kateremu je sledila animacija delovanja črpalke, druga skupina pa s pomočjo animacije, ki jo je spremljalo govorjeno besedilo.

Učenje je bilo uspešnejše v primeru učenja z animacijo in sočasno govorjenim besedilom. Tudi Mayer in Sims (1994) sta v svoji raziskavi prišla do podobnih zaključkov. V njej sta preverjala učenje delovanja črpalke in dihal preko animacije s sočasnim ali zaporednim predvajanjem besedila. Poleg tega, da je bilo učenje uspešnejše v primeru učenja z animacijo in sočasnim govorjenim besedilom, v primerjavi z učenjem z animacijo pred ali po kateri je sledila razlaga, pa sta v raziskavi prišla še do enega spoznanja: efekt časovne usklajenosti je bil opazen le pri učencih z visoko razvitimi sposobnostmi prostorske zaznave, ne pa pri učencih z nizkimi sposobnostmi zaznave prostora. Razlog za to sta videla v tem, da so morali učenci z nizko razvitimi sposobnostmi prostorske zaznave vložiti več miselnih procesov v oblikovanje zanje razumljive vidne zaznave, zato vpliv predvajanega besedila ni bil tako izražen.

Michas in Berry (2000) sta v primerjavi z dosedaj omenjenimi raziskavami dokazala nepomembnost principa časovne oz. prostorske usklajenosti. V njuni raziskavi so bile slike tik ob besedilu enako učinkovite, kot če so jih postavili ločeno od besedila - na drugo stran zaslona. Tako ponovno vidimo, da na področju raziskovanja multimedije obstaja še veliko odprtih vprašanj in nejasnosti, saj so rezultati različnih raziskav zelo različni in včasih tudi nasprotujoči. Zato bo potrebno še veliko raziskav, ki bodo dodatno potrdile že obstoječa spoznanja ali dokazale obstoječe zmote.

2.2.3 Princip modalnosti

Po tem principu naj bi bilo učenje z multimedijo uspešnejše ob govorjenem kot pa ob napisanem besedilu. To naj bi bila posledica delovnega spomina, kjer vzporedno delujeta vizualni in slušni sistem. Kadar je informacija predstavljena v obliki govorjenih besed in slik, se obdeluje v obeh sistemih hkrati, zato sta sistema manj obremenjena, učenje pa je uspešnejše. Kadar pa gre za učenje s pomočjo slike in napisanega besedila, obe informaciji vstopata v delovni spomin skozi vizualni kanal, ki je tako bolj obremenjen, kar posledično lahko oteži učenje (Tabbers in sod., 2004).

Ta princip so preverjali v številnih raziskavah, med katerimi naj najprej omenimo raziskavo, ki so jo izvedli Allport in sod. (1972). V njej so si morali učenci ene skupine zapomniti čim več besed, pri čemer so jih 15 slišali, 15 videli zapisane s črkami in 15 videli kot fotografije. Učenci druge skupine so morali ob isti nalogi ponavljati odlomek neke pesmi, ki so ga jim govorno predvajali. V prvi skupini ni bilo razlik v pomnjenju prikazanega. V drugi skupini pa je pomnjenje govorjenih besed v primerjavi s pomnjenjem besed iz slik ali zapisanih s črkami statistično pomembno upadlo. Iz tega so raziskovalci sklepali, da je sočasno izvajanje dveh nalog manj uspešno, kadar gre za enaki obliki nalog (pomnjenje govorjenih besed in ponavljanje slišanih besed), kot če gre za različni obliki nalog (pomnjenje fotografij in zapisanih besed ter ponavljanje slišanih besed).

Shaffer (1975) je testiral izurjene tipkarice, ki so morale natipkati zapisano besedilo, ob tem pa ponavljati neko drugo besedilo, ki so ga istočasno poslušale. V primerjavi s tistimi, ki jim ni bilo potrebno ponavljati besedila, so prve prepisale zapisano besedilo brez porasta napak. Ko pa so morale ob ponavljanju enega besedila, ki so ga slišale tipkati drugo besedilo, ki so ga tudi slišale, je število napak statistično pomembno naraslo.

Mousavi in sod. (1995) so v raziskavi preverili razumevanje diagrama dopolnjenega z napisanim ali govorjenim besedilom. Izkazalo se je, da je bilo učenje uspešnejše v primeru diagrama in govorjenega besedila, kar so povezali z manjšo obremenitvijo delovnega spomina. Enak rezultat so namreč opazili tudi v primeru, ko so diagramu dodali napisano ali govorjeno besedilo v zamiku.

Jeunge in sod. (1997) so odkrili, da zamenjava napisanega besedila z govorjenim ne poveča vedno učinkovitosti učenja z multimedijo. To velja še posebej v primerih, ko gre za učenje s pomočjo kompleksnih slik. Samo v primeru, ko so kompleksno sliko opremili z ustreznimi označbami, ki so se ujemale z govorjenim besedilom, so učenci porabili manj časa za reševanje zastavljene naloge in so bili bolj uspešni kot učenci, ki so se učili s sliko in napisanim besedilom. V primeru, ko pri prvi skupini na sliki ni bilo dodanih označb, učenje ni bilo uspešnejše.

Tudi Mayer je s svojimi sodelavci večkrat preučeval princip modalnosti pri učenju z multimedijo. V svojih raziskavah so potrdili, da so učenci, ki so se učili s sliko in govorjenim besedilom, boljše reševali zastavljen problem kot učenci, ki so se učili s sliko in napisanim besedilom (Moreno in Mayer, 1999; Moreno in sod., 2001). Dobljene rezultate so razložili v luči teorije dvojnega obdelovanja podatkov v delovnem spominu: učenci, ki so se učili s sliko in govorjenim besedilom so enakomerneje obremenili oba kanala, tako vizualnega kot slušnega, zato je bila učinkovitost delovnega spomina višja kot pri učencih, ki so z učenjem s sliko in napisanim besedilom obremenili le vidni kanal.

Leahy in sod. (2003) so preverjali uspešnost učenja z grafom in spremljajočim besedilom pri učenju vremenoslovja. Primerjali so učinkovitost učenja z grafom in napisanim besedilom v primerjavi z grafom in govorjenim besedilom. Izkazalo se je, da so bili pri reševanju testa uspešnejši učenci, ki so se učili s pomočjo grafa in govorjenega besedila. A do razlik je prišlo le pri reševanju zahtevnejših vprašanj in v primeru, ko sta bila graf in besedilo, ki sta bila oba pomembna za razumevanje, ločena in je ob tem nastopil efekt razcepljene pozornosti.

Vpliv učenja z diagramom in besedilom so proučevali tudi Tabbers in sod. (2004). V raziskavi so se učenci, razdeljeni v štiri skupine, učili s pomočjo diagrama, ki je bil označen ali ne, in besedila, ki je bilo napisano (vizualni pogoj) ali govorjeno (slušni

pogoj). Po učenju so preverili njihovo znanje in razumevanje, pa tudi čas, potreben za učenje in miselni napor, ki so ga učenci vložili v učenje in reševanje testov. V raziskavi se je izkazalo, da so učenci, ki so se učili v vizualnih pogojih za učenje, potrebovali manj časa od učencev, ki so se učili v slušnih pogojih. Miselni napor, ki so ga učenci vložili v učenje, je bil pri vseh statistično gledano enako nizek. Miselni napor, ki so ga vložili v reševanje testa, ki je preverjal znanje, je bil pri učencih, ki so se učili v vizualnih pogojih, statistično višji. Pri reševanju testa, ki je preverjal razumevanje, v vloženem naporu med učenci ni bilo statistično pomembnih razlik. Na testu znanja in testu razumevanja so višji rezultat dosegli učenci, ki so se učili v vizualnih pogojih. Prav tako so na testu znanja višji rezultat dosegli učenci, ki so se učili z označenim diagramom, v primerjavi s tistimi, ki so se učili z neoznačenim. Medtem ko na testu razumevanja med dijaki, ki so se učili z označenim ali neoznačenim diagramom, ni bilo statistično pomembnih razlik. Rezultati te raziskave so opozorili, da princip modalnosti ni splošno veljaven, in da zamenjava napisanega besedila z govorjenim v določenih okoliščinah lahko na učenje vpliva celo negativno. V tej raziskavi so namreč učenci lahko besedilo ponovili, kolikor krat so želeli, ga samo na hitro preleteli ali le pregledali njegove dele, kar pa je v primeru napisanega besedila laže kot v primeru govorjenega besedila. Do podobnega zaključka sta prišla tudi Moreno in Mayer (1999) ter Kalyuga in sod. (2000).

2.2.4 Princip redundance in koherence

O principu redundance (odvečnosti) govorimo v dveh primerih. Lahko nastopi, kadar je znotraj neke predstavitve ista informacija podana na več različnih načinov hkrati: Mayer (2001) ta efekt razlaga bolj ozko, izključno v smislu učenja z grafom in govorjenim besedilom, ki je boljše od učenja z grafom ter govorjenim in napisanim besedilom. Princip redundance pa nastopi tudi, kadar so v predstavitvi prisotne odvečne, za razumevanje nepotrebne informacije. V tem primeru Mayer (2001) govori o principu koherence.

Prvi dokaz principa redundance je izpeljala raziskovalka Miller (1937), ko je v svoji raziskavi preverila vpliv slike na učenje branja pri otrocih. Prvi skupini otrok so poleg zapisane besede krava pokazali sliko krave in hkrati izgovorili besedo krava. Drugi skupini so samo pokazali besedo krava in jo hkrati izgovorili. Izkazalo se je, da je bilo učenje uspešnejše v drugi skupini, saj je v prvi prišlo do preobremenitve delovnega spomina.

Reder in Anderson (1980) sta proučevala uspešnost učenja s povzetki v primerjavi s celotnim besedilom. Izkazalo se je, da so bili pri reševanju testa uspešnejši učenci, ki so se učili s pomočjo povzetkov. Tudi Carroll in sod. (1987) so v svoji raziskavi prišli do zaključka, da je pri učenju delovanja računalnika uspešnejše učenje z navodili, ki vsebujejo malo besedila oz. le povzetke. Enako se je izkazalo v raziskavi, ki so jo izvedli Mayer in sod. (1996), v kateri so se učenci učili o nastanku strele. Učenje je bilo uspešnejše v

skupini, ki se je učila s povzetki besedila ob slikah in opombami v primerjavi s skupino, ki se je učila samo z obsežnim besedilom. Nasprotno pa so Large in sod. (1994, 1995, 1996) dokazali uspešnejše učenje v primeru učenja z animacijo, besedilom in opombami, v primerjavi z učenjem samo z besedilom, ki je bilo najslabše, ali z učenjem z animacijo in besedilom ali animacijo in opombami. Zadnja dva načina sta bila po učinkovitosti enakovredna, a vseeno statistično pomembno manj uspešna od učenja z animacijo, ki je bila opremljena tako z besedilom kot opombami.

Kot smo že omenili, so Kalyuga in sod. (1999) dokazali, da je učenje uspešnejše ob grafu in govorjenem besedilu kot učenje ob grafu in napisanem besedilu, saj je ob tem pogosto prisoten efekt razcepljene pozornosti. Prednost učenja z grafom in govorjenim besedilom upade, če govorjenemu besedilu dodamo še napisano besedilo. Pojavi se namreč efekt redundance in posledično je učenje manj učinkovito. Do podobnega zaključka so prišli tudi Mayer in sod. (2001), ki so dokazali, da je učenje uspešnejše ob animaciji z govorjenim besedilom kot ob animaciji z govorjenim in napisanim besedilom oz. napisanimi povzetki govorjenega besedila.

Moreno in Mayer (2002a) sta v svoji raziskavi dokazala uspešnejše učenje samo z govorjenim besedilom ali govorjenim in napisanim besedilom v primerjavi z učenjem samo z napisanim besedilom, ko je šlo za učenje v navidezni resničnosti. Med prvima dvema kombinacijama ni bilo statistično pomembnih razlik v uspešnosti učenja. V neki drugi raziskavi sta ista avtorja (Moreno in Mayer, 2002b) prišla do nepričakovanega rezultata. Učenje ob govorjenem in napisanem besedilu se je namreč izkazalo za uspešnejše od učenja ob samo govorjenem besedilu. Ta pojav sta povezala z naravo učene snovi, ki je bila učencem hitro razumljiva in sama predstavitev ni vsebovala grafike. Iz tega sta potegnila zaključek, da ob nizkem notranjem kognitivnem vložku, zunanji ni pomemben in ne vpliva na uspešnost učenja. Tudi Chuang (1999) je pri primerjavi uspešnosti učenja z animacijo ob govorjenem besedilu, ob zapisanem besedilu in ob govorjenem in zapisanem besedilu hkrati, prišel do zaključka, da je najučinkovitejše učenje z animacijo ob govorjenem in zapisanem besedilu hkrati. Poleg tega je v svoji raziskavi ta učinek primerjal tudi med spoloma in ugotovil, da je prišlo do pomembne razlike le pri fantih, in sicer v prid učenja z animacijo ob govorjenem in zapisanem besedilu hkrati.

Leahy in sod. (2003) so v okviru raziskave, ki smo jo omenili že pri principu modalnosti, naredili še en eksperiment, pri katerem so učenci, ki so se učili samo z grafom in napisanim besedilom, pokazali višje znanje v primerjavi z učenci, ki so se učili z grafom ter napisanim in govorjenim besedilom hkrati. Do razlik je prišlo tako pri lažjih kot zahtevnejših vprašanjih. Še večja razlika je bila opažena v primeru, ko je bilo besedilo bliže grafu, kot če je bilo nekoliko bolj odmaknjeno od njega v prid prvemu načinu (zaradi efekta razcepljene pozornosti). Do podobnih zaključkov so prišli tudi Tabbers in sod. (2004).

Princip redundance nas torej uči, da moramo iz predstavitve odstraniti ves nepotreben material in nepotrebne aktivnosti, ob katerih bi se učenci lahko zadržali in bi to negativno vplivalo na proces učenja. A žal to ni tako preprosto, saj je nek podatek za eno osebo lahko odvečen, za drugo pa pomemben za razumevanje. Zato tudi rezultati raziskav s tega področja niso enotni.

2.2.5 Princip individualnih razlik

Princip individualnih razlik govori o tem, da se učenci boljše učijo ob multimediji, ki vsebuje pogovorni jezik, kot če je le-ta strokoven. Pri tem si lahko pomagamo z dvema tehnikama:

1. uporaba prve in druge osebe namesto tretje osebe,
2. dodatek stavkov, ki direktno komentirajo delo učenca, ali bolj osebno vpeljejo učenca v učenje.

V raziskavah na temo principa individualnih razlik sta Moreno in Mayer (2000) primerjala učinkovitost učenja o nastanku strele, pri čemer se je ena skupina učila z animacijo, ki je bila opremljena s formalno razlago, druga skupina pa z animacijo ob razlagi v pogovornem jeziku. Izkazalo se je, da so bili učenci, ki so se učili ob pogovornem jeziku, pri preverjanju znanja uspešnejši. V neki drugi raziskavi sta Moreno in Mayer (2000, 2004) proučevala vpliv animiranega posrednika informacij (»Herman-the-Bug«), pri čemer je le-ta v enem primeru pri razlagi o rasti rastlin uporabljal strokovni jezik, v drugem pa pogovorni. Tudi tokrat se je izkazalo, da je bilo učenje uspešnejše v primeru uporabe pogovornega jezika. V tretji raziskavi na to temo so Mayer in sod. (2004) proučevali vpliv manjše spremembe v besedilu in sicer so v enem primeru besedo »the« zamenjali z »your«. Rezultati so pokazali, da že tako majhna sprememba pomembno vpliva na uspešnejše učenje in posledično višje znanje.

Tudi Ainsworthova (2008) se je ukvarjala z vprašanjem, kako oblikovati učinkovito multimedijsko predstavitev in predstavila nekaj ključnih spoznanj, s katerimi bomo sklenili poglavje o principih delovanja multimedije:

1. pri učenju je potrebno uporabiti najmanjše možno število različnih multimedijskih predstavitev (animacij, simulacij, video posnetkov, dinamičnih grafov),
2. potrebno je upoštevati spretnosti in izkušnje, ki jih imajo učenci ob delu z računalnikom, katerim je namenjena multimedijska predstavitev,
3. pomemben je potek multimedijske predstavitve: kaj je tisto, kar morajo učenci spoznati prej in kaj potem, pri čemer jih ne smemo prehitro obremeniti s preveč podatki,

4. včasih je dobro dodati neko zunanjo pomoč: domena »pomoč« ali dodatne naloge, da se učenec lahko prepriča, da je pravilno razumel multimedijsko predstavitev,
5. vedeti moramo, kaj dejansko želimo doseči z multimedijsko predstavitvijo: znanje, razumevanje, pomoč pri razumevanju neke druge multimedijske predstavitve.

Ainsworthova v multimediji vidi tri ključne prednosti za učenje, in sicer:

1. omogoča predstavitev različnih podatkov v različnih, za učenca najbolj razumljivih oblikah,
2. omogoča razumevanje zahtevnejših predstavitev,
3. omogoča razvoj globljega razumevanja.

Po besedah avtorice je multimedija močno orodje, ki učencem lahko pomaga pri razvoju znanja s področja naravoslovja. A poudarja, da je za uspeh potrebno primerno oblikovanje same predstavitve. Pomembne so tudi izkušnje, ki jih morajo imeti učenci s temi učnimi pripomočki. V primeru neizkušenosti je namreč za učinkovitost učenja z multimedijo potrebna pomoč učitelja ali sovrstnikov.

Iz zgoraj opisanega lahko potegnemo pomemben zaključek, dobrodošel tudi za vse oblikovalce multimedijskih predstavitev: pri oblikovanju predstavitve moramo imeti ves čas v zavesti uporabnika le-te, njegovo starost, način razmišljanja in vsekakor ne smemo pozabiti, da gre za socialno bitje, ki je občutljivo in bolj dojemljivo v osebnem in toplejšem socialnem okolju.

2.3 PRIMERJAVA VPLIVA MULTIMEDIJE IN DRUGIH NAČINOV UČENJA NA UČNE REZULTATE

V procesu učenja poznamo dva ključna cilja: pomnjenje in razumevanje. Pomnjenje je sposobnost priklica neke vsebine v zavest ali prepoznave vsebine v neki situaciji, meri pa se s količino pridobljenega znanja. Razumevanje je sposobnost ustvarjanja miselnih shem na osnovi naučenega materiala. Samo ob razumevanju posameznik lahko uporablja naučeno znanje v novih situacijah in rešuje zastavljene probleme. Razumevanje ne pomeni količine, ampak kvaliteto pridobljenega znanja.

Raziskovalce je že od nekdaj zanimal proces učenja, kako se dogaja, kaj ga vzpodbuja in kaj ovira. Zato so med drugim preučevali učinek raznih pripomočkov za učenje, sprva slik, kasneje novejših tehnologij, med drugim tudi multimedije. V nadaljevanju predstavljamo izsledke nekaterih raziskav s področja, ki smo ga preverjali tudi v naši raziskavi: s področja učenja z besedilom, z besedilom in statičnimi slikami, z multimedijo ali na klasičen način, pri katerem je posrednik informacij učitelj sam.

2.3.1 Uporaba multimedije pri učenju

Bransford in Johnson (1972) sta dokazala, da je učenje uspešnejše, kadar pred branjem besedila učenci vidijo sliko, ki ustreza danemu besedilu v primerjavi z učenjem samo z besedilom. Do podobne ugotovitve sta prišla tudi Levie in Lentz (1982) namreč, da je bilo učenje besedila, ki ga je spremljala ustrezna slika za eno tretjino uspešnejše od učenja samo z besedilom. Hkrati pa sta ugotovila, da neustrezne slike ne doprinesejo k uspešnejšemu učenju. Podobno ugotavljajo tudi Sewell in Moore (1980) ter Evans in Denney (1978).

V osemdesetih in devetdesetih letih je bilo narejenih preko 200 raziskav, v katerih so primerjali klasičen način učenja z učenjem z multimedijo (Najjar, 1996). Izkazalo se je, da je bilo v večini raziskav, narejenih na področju biologije, kemije, učenja tujih jezikov in učenja delovanja elektronskih pripomočkov, učenje z multimedijo uspešnejše od klasičnega načina učenja. Že leta 1983 so Kulik in sod. dokazali, da učenje z multimedijo, ki je uspešnejše, omogoča tudi prihranek časa v primerjavi s klasičnim načinom učenja.

Najjar (1996) navaja nekaj možnih razlogov, zakaj je multimedija učinkovitejša od klasičnega učenja. Kot prvi možni vzrok vidi večjo možnost boljšega oblikovanja in podajanja neke informacije v računalniški obliki v primerjavi z učbeniki in drugim materialom, ki se uporablja pri klasičnem učenju. Druga prednost multimedije je lahko v interaktivnosti, ki jo omogoča multimedija, kar naj bi imelo pozitiven vpliv na učenje. Kot tretjo prednost avtor navaja možnost prilagajanja hitrosti učenja posamezniku. In kot zadnjo prednost avtor vidi v novosti, ki multimedija pomeni za učence. V neki raziskavi se je namreč izkazalo, da je multimedija učinkovitejša le največ štiri tedne od prve uporabe, po osmih tednih pa prednost učenja z multimedijo v primerjavi s klasičnim načinom učenja upade, saj multimedija učencem postane domača (Khalili in Shashaani, 1994).

Ainsworthova in Bibby (1996) sta preučevala učinkovitost učenja z več animacijami. Ugotovila sta, da je bil uspeh učencev odvisen od zmožnosti povezovanja več animacij med seboj in ustvarjanja celotne slike. V neki drugi raziskavi (Ainsworth, 1999) so se pokazali trije ključni momenti, na katere ima multimedija lahko vpliv: podpira komplementarne miselne procese, zavira prehitre miselne zaključke in vzpodbuja k globljemu razmišljanju in posledično razumevanju.

Neo in Neo (2001) sta v svoji raziskavi prišla do sklepa, da multimedija omogoča učencem urjenje njihovih ustvarjalnih veščin in kritičnega mišljenja. Ob tem daje tudi možnost za reševanje resničnih življenjskih situacij in s tem pripomore k temu, da njihovo znanje postaja bolj uporabno in življenjsko.

Tversky in sod. (2002) so v raziskavah prišli do spoznanja, da samo dobro oblikovane in primerne animacije doprinesejo k boljšemu učenju. Po njihovem mnenju so animacije pogosto prezahtevne ali prehitre, da bi učenci lahko razbrali njihovo vsebino in jih razumeli. Tudi Lowe (2003) je prišel do podobnega zaključka. Po njegovem mnenju so animacije pogosto preobremenjujoče za učence, ker so prehitre in zgrajene iz prevelikega števila elementov, na katere mora biti učenec pozoren. Ploetzner in Lowe (2004) sta ugotovila, da je od natančnosti oblikovanja multimedije in njene uporabe odvisen njen učinek na učenje. Kadar gre za učenje nove snovi, kjer učenci nimajo predhodnega znanja, snov pa je zahtevna in naloge, ki sledijo po učenju zahtevajo velik miselni napor, je po njunem mnenju multimedija učinkovitejša, če učencem nudimo zunanjo podporo oz. vodenje ali neko pomožno aktivnost, ki vodi učence, da ne zaidejo od bistvenih tem k nebistvenim.

Schnotz in Lowe (2003) sta izpostavila pomembnost multimedije pri učenju zahtevnejše snovi za novince na danem področju. Pri tem je velikega pomena dinamika animacij, ki jih lahko vključuje neka predstavitev in preko katerih lahko nazorno prikažemo določene procese, zgradbo in interakcije. Pri tem je Lowe (2003, 2004) poudaril, da je učenje z animacijami, ki nimajo posebnih označb, da bi opozorila učenca na bistvene vsebine in jih v veliki meri nadzoruje učenec sam lahko manj učinkovito, saj novinci lahko spregledajo vsebinsko pomembna področja. Četudi dojamejo vsebino animacije, to še ne pomeni, da bodo na osnovi tega znanja lahko oblikovali visoko kvalitetne miselne sheme, ki so potrebne za razumevanje vsebine. Lowe zato predlaga uporabo animacij, ki bi bile zasnovane tako, da bi učenca vodile skozi predstavitev, tako vsebinsko kot časovno.

Schnotz (2002) je v svoji raziskavi prišel do spoznanja, da večina učencev animacije le opazuje in jih miselno ne predela. Tudi Sweller in Chandler (1994; Sweller 1994) sta mnenja, da so določene vsebine težke za učenje in razumevanje zaradi prevelikega števila podatkov, ki jih mora učenec osvojiti v omejenem času.

Lewalterjeva (2003) je proučevala učinkovitost animacije v primerjavi s statično sliko in v svoji raziskavi prišla do zaključka, da med njima ni razlik v vplivu na pridobljeno znanje, ko gre za učenje dejstev. V primeru učenja dinamičnih procesov pa uporaba animacije doprinese k boljšemu znanju in razumevanju v primerjavi z učenjem preko statičnih slik.

Brunye (Brunye in sod., 2006) je s svojimi kolegi primerjal učinkovitost multimedije v primerjavi z učenjem le z besedilom ali le s sliko. Izkazalo se je, da je učenje z multimedijo najučinkovitejše. So pa učenci, ki so se v tej raziskavi učili z multimedijo na vprašalnikih, ki so jih reševali po učenju v veliki večini zamenjali učenje z multimedijo z učenjem samo s slikami. Iz tega so Brunye in ostali sklepali, da učenci ob učenju z multimedijo bolj opazujejo slike kot berejo besedilo. To je pomembno spoznanje za vse

oblikovalce multimedijskih predstavitev, saj ob upoštevanju njihovih ugotovitev ni dobro ubesediti za razumevanje ključnih vsebin, ampak jih je bolje vključiti v sliko.

Po Cookovem (2006) mnenju je multimedija dobrodošlo orodje za poučevanje raznih znanstvenih procesov in struktur, ki so s prostim očesom nevidni. Grafi dajejo možnost prikaza podatkov, preko katerih učenci razvijajo razumevanje znanstvenih pojavov. Pri tem poudarja, da je učinkovitost učenja odvisna ne samo od oblikovnih posebnosti multimedijske predstavitve, ampak tudi od značilnosti učencev, kot so njihovo predznanje, sposobnost prostorske zaznave, njihovi miselni procesi in razvojna stopnja. Med vsemi naštetimi možnimi vplivi na učinkovitost učenja z multimedijo se mu zdi najpomembnejše ravno predznanje učencev. Do identičnega sklepa sta prišla tudi Schnotz in Bannert (2003), ki sta ugotovila, da učenci z visokim predznanjem globlje predelujejo besedilo, kadar so le-temu dodane slike, medtem ko so se učenci z nizkim predznanjem med učenjem usmerili predvsem na slike, besedilo ob njih pa zanemarili.

Schnotzov in Bannertov izpopolnjen model razumevanja besedila in slik sta v svoji raziskavi preizkusila in potrdila Dutke in Rinck (2006), ki sta primerjala učinkovitost učenja s slikami in/ali besedami. Udeleženci so bili študentje različnih smeri dresdenske tehniške univerze, ki so morali na osnovi kombinacij parov sadja, igrač, živali, glasbil, orodja in pisarniškega pribora, ki so ga videli v sliki ali zapisanega s črkami, prepoznati par in nato sestaviti celotno ureditev petih predmetov v dve vrsti in tri stolpce, pri čemer je bilo eno mesto vedno prazno. V hipotezah sta predvidela, da bo sestavljanje parov časovno manj zamudno kot sestavljanje celotne ureditve predmetov, saj je to miselno bolj zahteven proces. Druga hipoteza je napovedala, da bo prepoznava predmetov v sliki hitrejša od predmetov, ki so zapisani z besedo. Vse to pa sta primerjala tudi na osnovi prostorskih in besednih sposobnosti študentov. Izkazalo se je, da je bilo urejanje predmetov v celoto najbolj zahtevno za študente z nizkimi bralnimi in prostorskozaznavnimi sposobnostmi. Tudi druga hipoteza se je izkazala za resnično, saj so študentje hitreje reševali nalogo, ko je šlo za slikovno gradivo v primerjavi z besednim. Ta rezultat sta avtorja naslonila na Schnotzovo in Bannertovo teorijo (2003), ki razlaga, da je za razumevanje besedila potrebno sodelovanje dveh miselnih vej, opisne in slikovne. Medtem ko je za razumevanje slike potrebna le slikovna veja, kar je tako miselno kot časovno manj zahtevno. V raziskavi je bil opažen večji vpliv vrste materiala na študente s slabšimi sposobnostmi besednega izražanja, medtem ko na študente s slabšimi prostorskimi zaznavami vrsta materiala (besede ali slike) ni imela pomembnega vpliva pri reševanju naloge.

Hidrio in Jamet (2008) sta v svoji raziskavi primerjala učinkovitost učenja z besedilom, z besedilom in eno statično sliko, z besedilom in več statičnimi slikami ter z animacijo. Izkazalo se je, da je bilo učenje z animacijo najučinkovitejše, tako na ravni znanja kot razumevanja. To sta razložila kot posledico ustvarjanja bolj učinkovitih miselnih shem med učenjem z animacijo. Učenje z eno ali več statičnimi slikami je bilo v njunem primeru

enako učinkovito kot učenje samo z besedilom. Vzrok za to sta pripisala nezanimivosti slikovnega materiala in s tem nižji motivaciji za učenje ter prevelikemu miselnemu naporu, ki so ga morali učenci vložiti v razumevanje slik. Na slikah namreč ni bilo nič posebej označeno, kar bi se povezovalo z govorjenim besedilom, s čimer bi bilo učenje olajšano. Pri animaciji je bilo govorjeno besedilo sinhronizirano z dinamično sliko, zaradi česar ni prišlo do efekta časovne (ne)usklajenosti, kar bi lahko poslabšalo učenje. Zato je bilo učenje z animacijo najuspešnejše. Avtorja sta izpostavila, da je za dobro razumevanje potrebno na sliki poudariti ključne momente, o katerih govori besedilo ali pa predhodno učenje pomena struktur o katerih delovanju bo nato teklo učenje preko animacije ali slik. V teh dveh primerih avtorja predvidevata, da bi bilo učenje s statično sliko ali več slikami uspešnejše od učenja samo z besedilom.

Eilam in Poyas (2008) sta v svoji raziskavi primerjala vpliv besedila in multimedije na uspešnost reševanja domačih nalog in kasnejše preverjanje znanja. Študentje izraelske univerze so morali na temo mobilnih telefonov (zgodovine in osnovnega delovanja ter značilnosti uporabnikov te tehnologije), kar ne zahteva nekega predznanja, rešiti tri domače naloge. Pri tem je ena skupina študentov dobila vse podatke na osemnajstih učnih karticah le v obliki besedila (enostavna predstavitev), druga skupina je od osemnajstih kartic dobila štirinajst takšnih, na katerih je bilo besedilo nadomeščeno s slikami, grafi, zemljevidi, tabelami in fotografijami (multimedijska predstavitev). Domače naloge so bile sledeče:

1. študentje so morali odgovoriti na štiri odprta vprašanja, pri čemer so morali strniti spoznanja iz vseh osemnajstih učnih kartic,
2. nato so morali za devet trditev, od katerih je bilo pet pravilnih in štiri napačne, poiskati kartico, ki je govorila o vsebini te trditve,
3. pri zadnji nalogi so morali študentje odgovoriti na osemnajst vprašanj, ki so preverjala višje miselne ravni po Bloomu (analiza, sinteza, uporaba znanja v novih okoliščinah), pri čemer so morali uporabiti vsebino ene ali povezati vsebino več učnih kartic.

Domače naloge so reševali z razliko enega tedna in jih sproti oddajali. Čez dva tedna po oddani zadnji domači nalogi so študentje pisali test znanja, ki je preveril trajnost znanja in razumevanja. Rezultati raziskave so pokazali prednost skupine študentov, ki se je učila z multimedijsko predstavitvijo, tako pri reševanju domačih nalog kot kasneje na preizkusu znanja. Avtorja sta to prednost pripisala olajšanemu učenju s pomočjo slikovnega materiala, kar je zagovarjal že Mayer v svoji kognitivni teoriji učenja z multimedijo (Mayer, 2001). Avtorja sta opozorila še na en možen vzrok boljšega učenja, ki pa ga v tej raziskavi nista merila, in sicer na motivacijo. Po njunem mnenju so bili študentje, ki so se učili z multimedijo, zaradi slikovne predstave bolj motivirani za učenje od študentov, ki so se učili samo z besedilom, kar je verjetno tudi vplivalo na uspeh učenja.

2.3.2 Uporaba multimedije pri učenju biologije

V raziskavi, ki so jo izpeljali Rotbain in sod. (2006) na področju učenja molekularne genetike, se je izkazala uporaba krogličnih ali slikovnih modelov pozitivna za učenje, saj so učenci izboljšali svoje znanje v primerjavi s tistimi, ki so se učili tekom klasične ure. Hkrati se je v tej raziskavi pokazala višja učinkovitost uporabe krogličnih modelov v primerjavi s slikovnimi. Iz tega lahko zaključimo, da je za učenje najprimernejša uporaba trodimenzionalnih krogličnih modelov, a je v primerjavi s klasičnim načinom učenja primernejša tudi uporaba slikovnih modelov. Do podobnih zaključkov je prišla tudi Ferkova (2003) pri raziskovanju uporabe modelov ob učenju poglavij iz biokemije. V svoji raziskavi je uporabila računalniške psevdo-3-D modele in jih primerjala z učinkovitostjo učenja s pomočjo stereo-kemičnih formul. Učenci so poročali o veliko lažjem učenju s pomočjo računalniškega programa, saj jim je omogočal vidno predstavo molekul, o katerih so se učili.

Tsui in Treagust (2007) sta proučevala razumevanje Mendlove genetike. Pri tem se je izkazalo, da je uporaba multimedijske predstavitve genov povečala razumevanje učencev. V njuni predhodni raziskavi (Tsui in Treagust, 2003) se je izkazalo, da multimedija poveča razumevanje konceptov s področja genetike, a le pri učenju lažjih vsebin in v primeru, ko so se učenci zavestno osredotočili na učenje.

Marbach-Ad in sod. (2008) so podobno kot Cook (2006) prišli do zaključka, da je učenje z animacijo učinkovitejše od učenja s statično sliko, ko gre za učenje dinamičnih procesov v molekularni genetiki. Animacija namreč omogoča ponavljanje, ustavljanje, ponovno predvajanje izbranih odsekov, zaradi česar je učenje uspešnejše. Podobno menijo tudi Tversky in sod. (2002), ki so v raziskavi odkrili, da je za uspešno učenje zelo pomembno to, da učenec lahko vpliva na sam potek učenja z ustavljanjem, ponavljanjem, povečevanjem, spreminjanjem podatkov znotraj animacije. Kljub dominantnosti multimedije nad statično sliko pa Marbach-Ad in sod. (2008) ugotavljajo, da je učenje s statično sliko vseeno uspešnejše od učenja pri klasičnih frontalnih urah.

Ward in Walker (2008) sta iz svoje raziskave zaključila, da so bili učenci, ki so se preko učenja s kombinacijo različnih posrednikov informacije bolj poglobili v razumevanje vsebine, višje ocenjeni in imeli boljšo trajnost znanja v primerjavi z učenci, ki so se učili iz enega vira, saj so le-ti veliko bolj površinsko predelali učno vsebino.

Guan (2009) je izvedel obsežno raziskavo vpliva različnih kombinacij multimedijske predstavitve na uspešnost učenja delovanja človeškega živčnega sistema. V raziskavi so sodelovali študentje Tajvanske univerze. Pri tem je prišel do nekaj pomembnih ugotovitev:

1. Študentje, ki so se učili ob preprostih ali srednje težko oblikovanih diagramih, ki jih je spremljalo govorjeno besedilo, so se učili slabše kot tisti, ki so se učili z istimi

diagrami a napisanim besedilom. S tem je Guan ovrgel Mayerjev efekt modalnosti. Pri učenju z zapletenimi diagrami pa ni bilo razlik med študenti, ki so poslušali razlago in tistimi, ki so jo brali.

2. Uporaba animacije se v tej raziskavi ni izkazala za prednost v primerjavi z učenjem ob statični sliki.
3. Učenje je bilo uspešnejše v primeru, ko so se študentje učili z animacijo, ki jo je spremljalo napisano in govorjeno besedilo, kot če je animacijo spremljalo le napisano besedilo. V tem primeru je rezultat ponovno presenetljiv, saj bi po Mayerju lahko prišlo do efekta odvečnosti (redundance) in bi bilo učenje ob napisanem in govorjenem besedilu slabše. A Guan ugotavlja, da bi bila odvečnost verjetno posledica nesinhroniziranosti govorjenega in napisanega besedila. V tem primeru pa je predstavitev tekla sinhronizirano, zato učenje ni bilo oteženo.
4. Najboljše razumevanje so pokazali študentje, ki so se učili z animacijo ter napisanim in govorjenim besedilom. Najslabše znanje pa študentje, ki so se učili s preprostim diagramom in govorjenim besedilom, kar avtor pojasnjuje z dejstvom, da je preprost diagram vseboval premalo podatkov, ki bi jih študentje povezali s poslušanimm besedilom, da bi bilo učenje uspešno.
5. V drugem delu te raziskave je Guan dokazal, da so se študentje boljše učili ob napisanem kot govorjenem besedilu, ko je šlo za učenje daljšega besedila. V primeru krajšega besedila ni bilo statistično pomembnih razlik v uspešnosti učenja.

Iz tega je avtor sklepal, da efekt modalnosti lahko opazimo le pri učenju v sistemsko visoko nadzorovanih in časovno omejenih pogojih, medtem ko tega efekta ni moč zaslediti kadar imajo učenci na voljo neomejeno veliko časa, ko sami uravnavajo hitrost poteka predstavitve, in ko gre za učenje daljših vsebin. Efekt redundance je bil v Guanovi raziskavi ovržen, a avtor poudarja, da bi bilo na tem področju potrebno podrobneje proučiti sam proces učenja z animacijo ob besedilu, katerega potek lahko učenec sam regulira ali je ta že sistemsko reguliran. Na koncu avtor izpostavi dejstvo, da so bili udeleženci vsi študentje prvega letnika različnih študijskih smeri, ki niso tematsko povezane s snovjo, ki so se je učili med to raziskavo. Zato bi bilo v bodoče dobro izpeljati podobno raziskavo pri študentih, ki jim bo tematika, o kateri se bodo učili, bližja.

V literaturi pa zasledimo tudi raziskave, v katerih učenje z multimedijo ni bilo nujno boljše od nekega drugega načina učenja. Schnotz in Grzondzeil (1996) sta v svoji raziskavi učence učila o rotaciji Zemlje. Izkazalo se je, da so učenci, ki so se učili z animacijo, slabše reševali test kot učenci, ki so se učili s statičnimi slikami. To sta znanstvenika pripisala dejstvu, da je bila animacija prehitra za dobro razumevanje. Podobno se je izkazalo tudi v raziskavi, ki sta jo izvedla Narayanan in Hegarty (2002). Sanger in sod. (2001) ugotavljajo, da mora učenec, ki je novinec na nekem področju, videti slike, ki so del animacije vsaj trikrat zaporedoma, da lahko razume celotno animacijo.

Morrison in Tversky (2001) sta primerjala učinkovitost učenja dovoljenih navigacijskih poti med raznimi objekti samo z besedilom, z besedilom in statično grafiko ter besedilom in animirano grafiko. Grafika ob besedilu se je pokazala za učinkovitejši pripomoček pri učenju v primerjavi z učenjem samo z besedilom, a le za učence z nizkimi prostorskimi predstavami. Med animirano in statično grafiko pa v uspešnosti učenja ni bilo pomembnih razlik.

ChanLin (1998) je raziskoval učinkovitost učenja o biotehnološki produkciji rastnega hormona samo z besedilom, z besedilom in statično sliko ter besedilom in animirano sliko. Na statični sliki so bili hkrati prikazani vsi koraki produkcije, pri animaciji pa so učenci postopoma sledili posameznim korakom produkcije. Uspeh učenja je bil v primeru statične ali animirane slike izenačen. Edina razlika se je pokazala med študenti, ki so imeli predznanje iz biologije, in to le v primeru učenja samo z besedilom v primerjavi z učenjem s statično sliko. Pri študentih brez biološkega predznanja pa v učinkovitosti učenja znotraj treh različnih pogojev ni bilo razlik.

Tversky in sod. (2002) ugotavlja, da je prednost animacij, ki se pokaže v raziskavah, dostikrat le posledica nekih dodatnih podatkov, ki jih lahko pokažemo izključno z animacijo in v možnosti interakcije (ustavljanje, ponavljanje, spreminjanje podatkov v neki animaciji), ki jo animacija omogoča učencem in zaradi česar so bolj motivirani za učenje. Sicer so po mnenju avtorjev animacije pogostokrat prehitre, zaradi česar jih učenci težko ali celo napačno razumejo in zato za samo učenje porabijo več časa, kot bi ga pri bolj klasičnih oblikah učenja.

2.3.3 Učinkovitost multimedije je morda le navidezna

Clark in Feldon (2005) sta v poglavju z naslovom »Pet običajnih, a dvomljivih principov učenja z multimedijo« izpostavila pet po mnenju mnogih pozitivnih principov učenja z multimedijo in jih na osnovi raznih raziskav postavila pod vprašaj. V nadaljevanju navajamo povzetek njunega izvajanja.

- Prvi princip: Učenje z multimedijo omogoča boljši učni uspeh kot klasični način učenja ali katera koli druga starejša oblika učenja.

Avtorja izpodbijata to trditev na osnovi raziskav, ki so bile narejene v preteklosti in v katerih ni bil dokazan vpliv same multimedije na učenje, ampak je bilo uspešnejše učenje posledica drugih dejavnikov (Clark, 2001; Kozma, 1994), kot so možnost interakcije učenca z vsebino (npr. spreminjanje podatkov v grafu), dodajanje podatkov in vključitev različnih čutov učenca med učenjem. Po njunem mnenju je tudi prednost, da z multimedijo lahko predstavimo vsebino v besedi in sliki, možno uporabiti tudi pri drugih metodah učenja, zato to ni prednost vezana izključno na multimedijo. Clark (2000) prednost

multimedije vidi v tem, da omogoča učenje na daljavo, s čimer dobijo možnost za učenje tudi posamezniki, ki zaradi oddaljenosti ali invalidnosti sicer ne bi študirali. Corbett (2001) je dokazal, da učenje z multimedijo vzame okoli 40 % manj časa kot učenje z učiteljem, torej je prednost multimedije med drugim tudi v prihranku časa, potrebnega za učenje.

- Drugi princip: Učenje z multimedijo bolj motivira učence kot klasični pripomočki ali učitelj.

Pintrich in Schunk (2002) izpostavljata tri rezultate motiviranosti, in sicer:

1. aktivna izbira sodelovanja pri neki dejavnosti,
2. vztrajanje pri tej dejavnosti,
3. miselni napor, vložen v neko dejavnost.

Bernard je s sodelavci (2004) proučeval učinek motiviranosti učencev na uspeh in ugotovil, da je bil uspeh pri učencih, ki so kazali visok interes za multimedijo, nizek. Enak pojav je bil opažen tudi pri učenju na daljavo. Razlog za to je Salomon (1984), kot smo omenili že v poglavju o motivaciji, videl v manjšem naporu, ki ga učenci vložijo v učenje z multimedijo. Menijo namreč, da ga ne potrebujejo vložiti toliko kot pri običajnih oblikah učenja, zato tudi raje izbirajo multimedijo, če imajo možnost izbire. Clark (2001) je poudaril dejstvo, da so multimedijske predstavitve pogostokrat preobremenjujoče za učence, česar se učenci sicer ne zavedajo, a je uspeh po učenju z multimedijo dostikrat slabši, kot bi ga pričakovali. Vztrajanje pri učenju na daljavo preko računalnika je po Kennedyju (2000) povezano z možnostjo komuniciranja in dobivanja povratnih informacij od svojega mentorja v primerjavi s samostojnim učenjem. Ker tega pri učenju z multimedijo ponavadi ni, tudi motivacije za učenje in vztrajanje v njem ni.

- Tretji princip: Multimedija je oblikovana tako, da zadovolji različne učne stile.

Clark in Feldon (2005) vidita problem tega principa najprej v vprašalnikih, ki ocenjujejo učni stil učenca, saj so pogostokrat nezanesljivi. Nadalje navajata nekaj raziskav, v katerih se je izkazalo, da med učnim stilom in uspehom učenja ni korelacij, ali pa so te negativne. Med temi raziskavami navajamo Salomonovo (1984) raziskavo, v kateri se je pokazalo, da so se šestošolci, ki so pokazali višje znanje, učili z metodami, ki jim glede na vprašalnik niso bile najbolj pisane na kožo. Pri tem principu moramo upoštevati tudi dejstvo, da na uspeh pri učenju vpliva tudi ciljna usmerjenost posameznika. V raziskavah se je izkazalo, da so učenci, ki so usmerjeni v obvladovanje snovi (notranje ciljno usmerjeni) lahko pri učenju tudi manj uspešni, in sicer kadar se osredotočijo na nebistvene dele snovi (Barron in Harackiewicz, 2001). Enako so tudi učenci, ki so usmerjeni v obvladovanje snovi zaradi drugih (zunanja ciljna usmerjenost), lahko pri učenju uspešni ali neuspešni, odvisno od njihovega pristopa. Kalyugha in sod. (2003) so v tem kontekstu raziskovali vpliv predznanja na učinkovitost učenja v določenih pogojih. Izkazalo se je, da pri učenju z multimedijo, ki je oblikovana tako, da vsebino podaja čimbolj sistematično in s tem dodatno ne obremenjuje miselnega procesa učenca, več pridobijo učenci z nižjim

predznanjem. Pri učencih z višjim predznanjem namreč ta oblika, ki slabšim učencem nudi dodatno pomoč, moti že obstoječe miselne sheme, zato poveča miselni napor in tako ne doprinese k uspešnejšemu učenju.

- Četrti princip: V multimedijo lahko vključimo virtualne učitelje, ki povečajo motivacijo in nudijo pomoč pri učenju.

Številne raziskave s tega področja prihajajo do različnih ugotovitev. Nekatere virtualnim učiteljem pripisujejo velik pomen in pozitiven vpliv na učenje (Moundridou in Virvou, 2002; Bosseler in Massaro, 2003), spet druge dvomijo o tem (Baylor, 2002; Craig in sod., 2002). Raziskovalci, ki imajo pri vlogi virtualnega učitelja pomisleke, ugotavljajo, da sami učitelji sicer doprinesejo k temu, da je učenje bolj zanimivo, a ne povečujejo učinkovitosti učenja (Baylor, 2002; Mayer in sod., 2003). Do višjega uspeha je prišlo le v primerih, ko je virtualni učitelj na sliki ali animaciji poudarjal bistvene vsebine, o katerih je govorilo besedilo. To pa bi lahko dosegli tudi brez virtualnega učitelja, ampak le s spremembo oblike besedila (npr. poudarjene besede) (Atkinson, 2002; Craig in sod., 2002). Raziskovalci tako poudarjajo, da morajo oblikovalci multimedije pretehtati, koliko dodatnih stroškov pomeni oblikovanje virtualnega učitelja in koliko ta v resnici doprinese k boljšemu učenju. Nass in Steuer (1993) sta namreč ugotovila, da je bil že dodatek človeškega glasu dovolj vzpodbuden za učence.

- Peti princip: Učenje z multimedijo omogoča učencem nadzor nad potekom učenja in s tem boljši uspeh.

Kljub temu, da nekatere raziskave to ugotovitev potrjujejo (Land in Hannafin, 1996), se je v številnih drugih raziskavah izkazalo, da je uspeh povezan ne s samim nadzorom, ampak miselnim naporom, podporo učnega okolja in predznanjem (Mayer, 2004), o čemer smo že pisali.

Po besedah Clarka (2001) multimedija predstavlja veliko korist v izobraževanju zaradi širokih možnosti podajanja vsebine, ob primerni obliki pa omogoča tudi zmanjšanje časa za uspešno učenje, manjše število potrebnih učiteljev in učenje velikega števila učencev.

Mayer (2009) raje kot o tem, ali je multimedija učinkovita ali ne, govori o tem, kdaj je multimedija učinkovita, za koga je najbolj učinkovita in kako deluje. Pri tem našteva ključne oblikovne posebnosti multimedije, o katerih smo že govorili pri razlagi principov oblikovanja multimedije in jih bomo tukaj le povzeli ter dodali še najnovejše:

1. koherenca: odvečno besedilo, slike in zvoke moramo čim bolj zmanjšati,
2. označevanje: poudariti je potrebno najpomembnejše informacije,
3. redundanca: besedilo naj bo raje v govorni obliki kot napisano in govorjeno hkrati,
4. prostorska usklajenost: slike in njim ustrezajoče besedilo naj bodo prestavljene čim bolj skupaj na zaslonu,

5. časovna usklajenost: slike in njim ustrezajoče besedilo naj bodo predstavljeni sočasno,
6. segmentiranje: pri učenju zahtevne snovi naj ima učenec možnost nadzora nad potekom predstavitve,
7. predučenje: učenec naj pozna osnovne izraze in karakteristike ključnih vsebin, o katerih se bo učil z multimedijo,
8. modalnost: besedilo naj bo raje govorjeno kot samo napisano,
9. poosebljenje: besedilo naj bo podano v pogovornem jeziku,
10. glas: govorjeno besedilo naj bo predstavljeno z naravnim človeškim glasom.

Po Mayerjevem mnenju in na osnovi raziskav, ki jih je izpeljal s svojimi sodelavci in tudi na osnovi raziskav drugih raziskovalcev, je multimedija najučinkovitejša za učence z nizkim predznanjem, a pri tem poudarja, da bo na tem področju potrebno narediti še veliko raziskav. Podobno meni tudi pri vprašanju učne snovi, ki je najustreznejša za podajanje z multimedijo. Po dosedanjih razikavah naj bi bila to bolj zapletena, kompleksnejša snov, a so tudi na tem področju različne raziskave dale različna spoznanja. Zato v nadaljevanju povzemamo nekaj ključnih oblikovnih posebnosti pri podajanju specifičnih vsebin.

2.3.4 Najprimernejše oblike posrednika informacij glede na naravo učne vsebine

Najjar (1996) je v svojem članku povzel raziskave in predstavil nekaj najprimernejših kombinacij besedila in slikovnega materiala za predstavitev določene vsebine.

Ko gre za učenje postopka sestavljanja nekega predmeta, se je na osnovi raziskav Biegerja in Glocka (1986) izkazalo, da so učenci med sestavljanjem naredili manj napak, če so bila navodila v pisni obliki, kot če so predmet sestavljali s pomočjo slike. Čas, potreben za dokončanje naloge, je bil krajši pri tistih, ki so ga sestavljali s pomočjo slike. V raziskavi, ki sta jo izvedla Stone in Glock (1981) se je izkazalo, da so študentje pri sestavljanju naredili manj napak, kadar so uporabljali besedilo in slike, kot če so uporabljali samo besedilo.

Ko gre za učenje procesov, npr. delovanje neke naprave, se je izkazalo, da je ob besedilu koristna uporaba diagramov ali animacij (Spangenberg, 1973). Kljub temu se je v neki drugi raziskavi izkazalo, da je učenje samo z besedilom omogočilo boljšo trajnost znanja kot učenje z animacijo, čeprav je bilo takoj po učenju znanje učencev, ki so se učili z animacijo, višje. Do tega je verjetno prišlo zaradi večjega miselnega napora, ki so ga morali učenci vložiti v razumevanje besedila (Palmiter in Elkerton, 1991).

Pri učenju vsebin, ki jih je potrebno razumeti in nato uporabiti za reševanje problemskih nalog (v navedeni raziskavi je šlo za učenje delovanja kolesne črpalke), se je kot najboljša

možnost izkazalo učenje z animacijo in govorjenim besedilom v primerjavi z učenjem samo z besedilom ali samo z animacijo (Mayer in Anderson, 1991). V podobni raziskavi, ki je bila izvedena na primeru reševanja matematičnih nalog, se je izkazalo, da so jih učenci na osnovnošolski ravni reševali uspešneje, če je bil matematični problem predstavljen ob sliki (Moyer in sod., 1984).

Podatke, ki so namenjeni prepoznavanju, se ljudje najlaže zapomnijo, če jim jih prikažemo v obliki slik. To je preveril Shepard (1967), ki je ugotovil, da so udeleženci prepoznali 98 % pokazanih slik, 90 % pokazanih stavkov in 88 % pokazanih besed. Brody (1983) je v svoji raziskavi dokazal, da otroci prepoznajo več predmetov, ki so jim jih predstavili v sliki ali z besedo in sliko, kot če jim jih predstavijo samo preko besed.

Podatke o prostoru si ljudje najlaže zapomnimo v obliki slik. Bartram (1980) je v svoji raziskavi študente prosil, naj mu naštejejo številke avtobusov, ki bi jih pripeljale do določenega cilja. Pri tem je enim študentom pokazal zemljevid, drugim pa seznam avtobusov. Izkazalo se je, da so bili pri iskanju najbližje poti do cilja uspešnejši študentje, katerim je bila organizacija avtobusnih voznih poti predstavljena preko zemljevida.

Ko gre za pomnjenje manjšega števila besed, je najprimernejša oblika učenja preko poslušanja teh besed. Watkins in Watkins (1980) sta ugotovila, da so si ljudje boljše zapomnili besede, ki so jih slišali, kot če so jih videli napisane. Podobno je ugotovil tudi Murdock (1968), ki je v primeru učenja devetih besed dokazal, da je bilo pomnjenje uspešnejše v primeru, ko so udeleženci besede slišali in slabše, ko so jih videli napisane.

Ko gre za priklic manjših podrobnosti neke zgodbe, se je za najuspešnejšo metodo izkazala uporaba video posnetka z zvokom. Beagles-Roos in Gat (1983) sta ugotovila, da so si otroci boljše zapomnili zgodbo, če so jo videli na posnetku, ki ga je spremljalo govorjeno besedilo, kot če so jo poslušali le preko radia. Tudi statična slika se je v raziskavi, ki sta jo izvedla Levin in Lesgold (1978) izkazala kot pomemben doprinos k boljšemu učenju proze.

Iz zgoraj opisanega lahko vidimo, da so določene oblike posrednikov informacije boljše od drugih, ko gre za posredovanje specifičnih oblik informacij. Pa tudi to, da je podajanje informacij samo v obliki besedila največkrat najmanj učinkovito, in je boljša izbira samo slikovna informacija ali besedilo, ki mu dodamo slike, grafe, diagrame ali animacije, ki pa ne smejo biti prezahtevne za uporabnika. Torej tudi sama situacija in narava vsebine informacije vplivata na to, kateri način podajanja bomo uporabili, da bo učenje čim bolj uspešno.

2.3.5 Učenje z računalnikom (multimedija, računalniške igre) in spol

Proost in sod. (1997) so dokazali, da imajo ženske negativnejše mnenje o učenju z računalnikom in na drugi strani raje tradicionalne metode učenja kot moški. To naj ne bi bila posledica razlik med spoloma kot takima, ampak izkušenj, ki jih imajo moški in ženske z delom z računalnikom in dejstva, da se ženske raje učijo v bolj socialnem okolju.

Riding in Grimley (1999) sta raziskovala vpliv spola in učnega stila na uspešnost učenja pri enajstletnikih, ki so se učili snov s področja naravoslovja s pomočjo multimedije in na tradicionalen način. Izkazalo se je, da se fantje učijo hitreje, a bolj površno, dekleta pa počasneje, a natančnejše. Fantje so boljši, kadar njihov učni stil ustreza dani nalogi, pri dekletih učni stil ni tako pomemben, sploh kadar so pri učenju ali reševanju neke naloge časovno omejene.

Barrett in Lally (1999) sta pri študentih preučevala vpliv spola pri učenju na daljavo z uporabo računalnikov. Izkazalo se je, da med spoloma na ravni učenja ni bilo razlik. Razlike pa so se pokazale pri komunikaciji. Moški so poslali več sporočil, ki so bila daljša in so vsebovala več socialnih elementov.

Passing in Levin (1999, 2000) sta med otroki v vrtcu preučevala, katere oblikovne posebnosti multimedije so pomembnejše za fante in katere za dekleta. Izkazalo se je, da so med fanti in dekleti pomembne razlike tako v času, ki ga preživijo ob računalniških dejavnostih, kot v priljubljenosti oblikovnih posebnosti multimedije. Te razlike sta avtorja pričakovala in jih navezala na biološke razlike med spoloma in stereotipne vzorce vedenja, ki v družbi veljajo za sprejemljive za fante oz. dekleta. Rezultati raziskave so sledeči:

1. fantje preživijo več svojega časa ob računalnikih kot dekleta in ob tem čutijo višje zadovoljstvo,
2. fantje imajo raje zeleno in modro barvo, hitre menjave celotnih slik na ekranu, pomembni so jim navigacijski ukazi (naprej, nazaj) in igre, pri katerih je na ekranu opazno veliko gibanja, ob težavah pa uporabijo ukaz za pomoč, ki jo nudi računalniški program,
3. dekleta imajo rada tipkanje kot del računalniške igre, veliko barvnih slik, ljubši sta jim rdeča in rumena barva, igre morajo biti bolj umirjene in večkrat potrebujejo zunanjo pomoč (npr. pomoč učitelja).

Youngova (2000) je iz svoje raziskave o razlikah med fanti in dekleti pri delu z računalnikom zaključila sledeče:

1. fantje preživijo več časa za računalnikom tako v šoli kot doma,
2. fantje so se strinjali, da so računalniki moška domena, dekleta so to zanikala,
3. fantje so bili pri delu z računalnikom bolj samozavestni,

4. kljub temu, da so bili fantje ob učenju z računalnikom deležni negativnejšega odnosa od učiteljev, to ni vplivalo na njihovo samozavest,
5. kljub temu, da so dekleta ob delu z računalnikom od učiteljev dobila veliko spodbude, to ni vplivalo na izboljšanje njihove samopodobe.

Shany in Nachmias (2000) v svoji raziskavi o učenju z računalnikom ugotavljata, da učenje z računalnikom zadovoljuje potrebe različnih učencev. Sam uspeh učenja je pri določenih tipih učencev bolj, pri drugih manj izražen. V njuni raziskavi se je pokazalo, da so bili pri virtualnem učenju najuspešnejši učenci, ki so v življenju nasploh radi nekaj posebnega in gredo nad ustaljena pravila in procedure, imajo radi izzive in negotove, dvomljive situacije. Hkrati se je izkazalo, da so uspešnejši tisti učenci, ki so vajeni uporabljati računalnik, saj so za uspešno učenje z računalnikom potrebna osnovna znanja in spretnosti obvladovanja le-tega. Kljub temu, da so v tej raziskavi preučevali uspešnost učenja z računalnikom, ki naj bi bil domena moških (Proost in sod., 1997), se tokrat niso pokazale pomembne razlike med fanti in dekleti v uspešnosti učenja z računalnikom.

2.4 UČNA MOTIVACIJA

Motivacija je psihološki proces, ki po besedah Pintricha (2003) spodbuja posameznika k neki dejavnosti, ga pri tem usmerja in prispeva k njegovemu vztrajanju pri tej dejavnosti. Biti motiviran pomeni biti vzpodbujen k neki dejavnosti (Ryan in Deci, 2000a). Je razlog, zakaj ljudje mislijo in se vedejo tako kot se (Graham in Weiner, 1996). Motivacija vključuje cilje, ki vzpodbujajo in usmerjajo neko dejanje, zahteva posameznikovo aktivnost (fizično ali miselno) in je usmerjena ter nepretrgana (Schunk in sod., 2008).

Učna motivacija je pomemben psihološki dejavnik učne uspešnosti, saj ne samo, da predstavlja vzpodbudo k udejstvovanju v učnih situacijah, ampak tudi sodoloča, v kakšni meri in kako kakovostno se bodo učenci nekaj učili (Peklaj in sod., 2009). Vpliva na vse šolske aktivnosti, saj vpliva na učenje novih vedenj in uporabnost že naučenega (Schunk in sod., 2008). Bolj motivirani učenci namreč v učnih situacijah uporabljajo višje in kompleksnejše spoznavne procese in se zato tudi več in bolj kakovostno nekaj naučijo kot manj motivirani učenci (Pintrich, 2000; Jetton in Alexander, 2001).

Uspešen šolski sistem je tisti, ki uspe ohraniti in dodatno razvijati učenčevo prirojeno navdušenje nad učenjem in doseganjem ciljev ter občutek prostovoljnega prisostvovanja v izobraževanju (Deci in sod., 1991). Žal pa vse več raziskav kaže na upad motivacije za naravoslovne discipline na ravni srednjih šol (Eccles in Midgley, 1989). Še posebej je ta pojav opažen pri dekletih in učencih, ki imajo težave z učenjem (Wheelock in Dorman, 1988).

V literaturi pogostokrat naletimo na dihotomno delitev motivacije, in sicer na zunanjo in notranjo. Zunanje je človek motiviran, kadar ga k neki dejavnosti spodbujajo zunanji dejavniki, kot so nagrade, ocene, pohvale, priznanja ali izogibanje kazni. Pri tem ni pomembna sama dejavnost, ampak posledica, ki jo bo dejavnost prinesla. Notranje pa je človek motiviran, kadar ga k dejavnosti spodbujajo notranji dejavniki, kot so zanimanje, radovednost in želja po spoznavanju novega. V tem primeru je dejavnost cilj sam po sebi, rezultati dejavnosti pa so manj pomembni. Po mnenju avtorjev teorije samodoločenosti, ki jo bomo podrobneje opisali v nadaljevanju (Deci in Ryan, 2000), je notranja motivacija človekova naravna želja.

Ryan in Deci (2000) opredeljujeta motiviranost posameznika kot kontinuum, pri čemer je na eni strani notranja na drugi pa zunanja motivacija. Med tema skrajnostima so različne vrste motivacije glede na nadzor in avtonomijo, ki ju čuti posameznik pri opravljanju dejavnosti. Posameznik ima lahko v določeni situaciji visoki obe vrsti motivacije, v drugi eno visoko in drugo nizko, v tretji spet obe nizki (Puklek Levpušček in Zupančič, 2009b). Zato Pintrich in Schunk (2002) menita, da je potrebno zunanjo in notranjo motivacijo opredeljevati in meriti kot dve neodvisni dimenziji.

Obstaja tudi tretja vrsta motivacije, to je storilnostna motivacija, pri kateri je cilj dosežek oz. pri kateri se rezultat dejavnosti vrednoti. To motivacijo označuje želja po uspehu in želja po izogibanju neuspehu. Storilnostno motivacijo lahko nadalje delimo na usmerjenost k obvladovanju učne snovi ter na usmerjenost nase, v lastne zmožnosti (Puklek Levpušček in Zupančič, 2009b).

Učenčeva pripravljenost, da se nekaj nauči, je odvisna od osebnostnih značilnosti in sposobnosti posameznika ter zunanjih značilnosti učne naloge in okolja. Slednjo dimenzijo smo želeli preveriti tudi v naši raziskavi. Pintrich in sod. (Pintrich in DeGroot, 1990; Pintrich in sod., 1991) namreč trdijo, da sta vrsta in stopnja učne motivacije povezani s kontekstom, v katerem se učenje dogaja.

2.4.1 Teorije učne motivacije

Na področju preučevanja učne motivacije so se uveljavili predvsem trije teoretski pristopi, in sicer vedenjski (behavioristični), kognitivni in humanistični pristop (Peklaj in sod., 2009).

2.4.1.1 Behavioristični pristop preučevanja učne motivacije

Bahavioristični pristop, utemeljila sta ga Bandura (1989) in Skinner (1953), preučuje vedenje učencev, ki vodi k želenim rezultatom. To vedenje je lahko po njunem mnenju

pozitivno ali negativno podkrepljeno. Pozitivno podkrepljeno je, kadar posledica izzove zadovoljitev posameznikove potrebe. Negativno pa, kadar se učenec z vedenjem izogne neprijetnemu stanju ali prekine neprijetno situacijo. Vedenjski teoretiki so izpostavljali predvsem zunanje pobude kot tiste, ki usmerjajo in oblikujejo vedenje učencev, medtem ko so bile notranje pobude za učenje prezrte. Učinkovitost podkrepljevanja je namreč odvisna od mnogih osebnih in situacijskih dejavnikov, kot npr. posameznikovih pričakovanj, zaznave vrednosti in primernosti posledic.

2.4.1.2 Kognitivni pristop preučevanja učne motivacije

Kognitivno usmerjeni avtorji so želeli nadgraditi behavioriste in zato začeli preučevati posameznikove spoznavne procese (npr. pričakovanja, ocena verjetnosti uspeha, zaznava lastnih zmožnosti), ki vplivajo na posameznikovo odločitev za neko vedenje. Tukaj omenjamo najprej teorijo pripisovanja (Weiner, 1992), ki se ukvarja z razlogi za uspeh in neuspeh ob izvajanju neke dejavnosti, kar tudi vpliva na odločitev o prihodnjem vedenju. Osnovna predpostavka te teorije je, da želimo ljudje vzdrževati pozitivno podobo o sebi. To pomeni, da za uspeh pripisujemo razloge sebi in svoji uspešnosti, za neuspeh pa krivimo situacijo oz. iščemo vzroke izven sebe. Teorija pripisovanja opisuje predvsem štiri razloge za uspeh ali neuspeh v učnih situacijah: dva notranja – sposobnosti in prizadevanje ter dva zunanja - težavnost naloge in srečo. Katerim vzrokom bo učenec pripisoval večji pomen za svoj uspeh oz. neuspeh, je odvisno od zaznave mesta nadzora (Rotter, 1954), kar se tesno povezuje tudi z učnim uspehom. Učenci z notranjim mestom nadzora so pripravljeni trdo delati za uspeh, saj menijo, da je ta odvisen od njihove prizadevnosti in truda. Njihova učna uspešnost utrjuje prepričanje, da jim je uspelo zaradi lastnih sposobnosti in prizadevnosti. V tem kontekstu je vredno omeniti tudi teorijo pričakovanja in vrednosti (Wigfield in Eccles, 2000). Ta teorija povezuje posameznikova prizadevanja po uspešnosti z njegovim pričakovanjem nagrade. Motivacija je torej zmnožek pričakovanja uspeha in njegove vrednosti.

2.4.1.3 Humanistični pristop preučevanja učne motivacije

Tretji pristop k preučevanju motivacije je humanistični pristop. Ta pristop poudarja posameznikovo naravno željo po samouresničevanju in osebni rasti (Maslow, 1999) ter samodoločenosti (Ryan in Deci, 2000a). Ljudje smo motivirani, da zadovoljujemo svoje osnovne potrebe, kot so fiziološke potrebe, potrebe po varnosti, pripadnosti in ljubezni ter spoštovanju. Ko so te potrebe zadovoljene, se pojavijo potrebe na višji ravni: potrebe po spoznavanju, estetske potrebe in potrebe po samouresničevanju (Maslow, 1999). V nadaljevanju bomo podrobneje predstavili dve ključni teoriji znotraj humanističnega pristopa, in sicer teorijo samodoločenosti in teorijo motivacijskih ciljev v učnih situacijah dosežka.

Teorija samodoločenosti (ang. »self-determination theory») avtorjev Richarda M. Ryana in Edwarda L. Decija (Ryan in Deci, 2000a, 2000b) raziskuje temeljne potrebe, ki usmerjajo posameznika v neki dejavnosti. Osrednje mesto v teoriji predstavlja pojem samodoločeno vedenje, ki se povezuje z notranjo motivacijo. Njuna teorija izhaja iz organizmične metateorije (Ryan in Deci, 2000a), ki poudarja pomen človekovih notranjih virov za osebnostni razvoj in samouravnavanje vedenja. Človekova naravna težnja je, da je notranje motiviran, radoveden, da želi razvijati in izkazovati svoje sposobnosti in veščine, se učiti ter pridobivati nova znanja (Puklek Levpušček in Zupančič, 2009b). A obstajajo tudi ljudje, ki so nemotivirani, pasivni in odtujeni. Po teoriji samodoločenosti to ni le posledica genetskih predispozicij, ampak tudi vpliva socialnih kontekstov, ki so osrednji raziskovalni problem te teorije.

Teorija samodoločenosti sloni na temeljih kognitivne evalvacijske teorije, ki sta jo Ryan in Deci postavila v 80. letih prejšnjega stoletja (Deci in Ryan, 1985). V njej opisujeta dejavnike, ki vplivajo na posameznikovo notranjo motivacijo. Z laboratorijskimi eksperimenti sta prišla do spoznanj, da notranjo motivacijo spodbujajo povratne informacije, določene vrste nagrad in načini komunikacije, ki omogočajo posameznikovo pozitivno doživljanje lastnih zmožnosti med dejavnostjo in s tem občutek avtonomije. Ob tem mora socialni kontekst podpirati tako zadovoljevanje potrebe po kompetentnosti kot tudi po avtonomiji. Rezultati študij, ki so jih izvedli Deci in sod. (1999), Deci in Ryan (1985) ter Morgan (1984) so pokazali upad notranje motivacije pod vplivom kakršnekoli zunanje nagrade, ki zmanjšuje občutek nadzora nad neko dejavnostjo.

V drugih študijah (Grolnick in Ryan, 1987; Reeve in Jang, 2006) se je pokazal vpliv učiteljev na notranjo motiviranost učencev. Učenci, ki jim je učitelj omogočal več samostojnosti, so bili bolj radovedni, notranje motivirani, usmerjeni k izzivom in bolj učinkoviti pri reševanju nalog, kot učenci z bolj nadzornim učiteljem. Ti so bili manj samoiniciativni in imeli več težav pri reševanju nalog, ki so zahtevale divergentne rešitve problema. Vpliv učitelja na motiviranost učencev je proučeval tudi Hanrahan (1998), in sicer pri uri biologije. Izkazalo se je, da je učence, kljub temu da jim je bila eksperimentalna ura všeč in so se opisali kot visoko motivirani, motila kontrola učiteljice nad vsemi aktivnostmi v razredu, zaradi česar se niso tako poglobili v učenje, kot bi se sicer. V tej raziskavi so bili narejeni za vse učitelje zelo uporabni sklepi:

1. delo v skupinah ali diskusija so lahko neproduktivne metode učenja v primeru, ko ni dosežena zadostna stopnja avtonomije vsakega posameznika in ne usmerjajo učencev v učenje zaradi želje po obvladovanju snovi,
2. skupinsko delo potrebuje dobro načrtovanje, naloge na primernem nivoju za učence in vzpodbudo učitelja ob samem delu v skupini,
3. za uspešno učenje je potrebna pozitivna razredna klima,
4. vsi učenci morajo dobiti priložnost, da se vključijo v proces učenja.

Kot tretji dejavnik vpliva na notranjo motivacijo tudi potreba po povezanosti (Ryan in Deci, 2000a). Kadar posameznik doživlja delovni kontekst kot hladen, odtujen in brezbrižen, se bo njegova notranja motivacija za delo znižala. V takšnem okolju namreč posameznik ne izkusi varnosti in pripadnosti skupini (Puklek Levpušček in Zupančič, 2009a).

Zavedati se moramo, da notranja motivacija ni edina vrsta samodoločujoče motivacije. Že od zgodnjega otroštva avtentična notranja motivacija vse bolj pada, nadomeščati pa jo pričnejo zunanje pobude in notranji pritiski, kot npr. doživljanje krivde. Tu nastopita dva pomembna procesa – ponotranjenje in integracija. Ponotranjenje pomeni posameznikovo prevzemanje zunanjega uravnavanja lastnega mišljenja in delovanja, integracija pa nadaljnjo preoblikovanje ponotranjenja v lastno uravnavanje, da posameznik neko dejavnost prične doživljati, kot da izhaja iz njega samega (Ryan in Deci, 2000b). Deci in Ryan (1985, 2002) predstavljata več vrst zunanje motivacije in različne dejavnike konteksta, ki spodbujajo ali zavirajo ponotranjenje in integracijo uravnavanja vedenja. Njuna taksonomija motivacije vključuje amotivacijo, štiri vrste zunanje motivacije in notranjo motivacijo. Amotivacija pomeni neizvajanje ali mehanično izvajanje dejavnosti. Amotivirani ljudje ne vidijo smisla v neki dejavnosti, ne zaznajo lastne kompetentnosti in ne verjamejo v uspešen izid dejavnosti. Pod zunanje motivirana vedenja spadajo zunanje, introjicirano, identificirano in integrirano uravnavanje, glede na zaznan nadzor, ki ga ima posameznik nad dejavnostjo in glede na posameznikovo doživljanje avtonomije pri izvajanju dejavnosti.

1. Zunanje uravnavanje je značilno za vedenje, ki stremi k pridobivanju nagrad ali izogibanju kazni. Posameznik v tem primeru doživlja nizko stopnjo samodoločenosti in zanimanja za nalogo.
2. Introjicirano uravnavanje je značilno za vedenje, s katerim se izognemo anksioznosti ali doživimo ponos, ki utrjuje samospoštovanje (Ryan, 1982). V tem primeru posameznik sicer uravnava svoje vedenje, a pod vplivom notranjega pritiska, zato je mesto nadzora še vedno zunanje.
3. Identificirano uravnavanje vpliva na vedenje, ki postane za posameznika osebno pomembno.
4. Integrirano uravnavanje je najbolj avtonomna oblika zunanje motivacije in pomeni popolno asimilacijo zavestno sprejetih vrednot, ki vplivajo na naše življenjske cilje, odločitve in odnose z drugimi. Vedenje je v tem primeru samodoločujoče in posameznik doživlja, da je v stiku s svojim resničnim jazom.

V raziskavah se je pokazalo, da bolj ko je bilo vedenje učencev zunanje uravnavano, manj zanimanja so pokazali za dejavnost, manjša je bila vrednost naloge, manj so se trudili za dosežke, razloge za neuspeh pa so iskali v okolju (Grolnic in Ryan, 1987; Ryan in Deci, 2000b). Razmere v socialnem okolju, ki omogočajo zadovoljevanje potrebe po povezanosti, kompetentnosti in avtonomiji, bodo pripomogle k večji notranji motiviranosti

in k večjemu ponotranjenju in integraciji vedenj, za katere pobuda prihaja od zunaj. Tu imamo v mislih vpliv staršev, učiteljev, sovrstnikov in razredne klime (Khamis in sod., 2008). Socialni kontekst, v katerem je veliko nadzora, kjer ni optimalnih izzivov in ljudje ne doživljajo sprejetosti, prispeva k notranji motivaciji negativno in spodbuja bolj nadzorovane vrste zunanje motivacije ali celo amotivacijo (Puklek Levpušček in Zupančič, 2009b).

V zadnjih desetletjih je poleg teorije samodoločenosti med najvplivnejšimi teorijami tudi teorija motivacijskih ciljev v učnih situacijah dosežka (ang. »Mastery goal orientation theory«), ki jo je razvijalo več raziskovalcev, začetnika pa sta Ames in Archer (Puklek Levpušček in Zupančič, 2009). Ta teorija poudarja pomembnost posameznikovega razmišljanja o sebi, nalogi in izvajanju učne dejavnosti. V ospredju je vprašanje, zakaj se učenec angažira v neki učni situaciji in ne, ali je v tej situaciji motiviran ali ne. Posameznikovo motivacijsko usmerjenost v situaciji izkazovanja znanja, sposobnosti in zmožnosti opredeljujejo s pojmom ciljna usmerjenost. V literaturi lahko zasledimo dve temeljni ciljni usmerjenosti v učni storilnostni situaciji, in sicer usmerjenost v obvladovanje naloge in razvoj lastnih zmožnosti (ang. »mastery goal orientation«) ter usmerjenost nase in lastne zmožnosti v primerjavi z drugimi (ang. »performance goal orientation«) (Ames, 1992). V literaturi se ciljna usmerjenost pojavlja pod različnimi imeni in nekoliko različnimi opredelitvami. Tako lahko zasledimo izraz cilji učenja, ko gre za izboljševanje lastne zmožnosti. Nadalje cilji obvladovanja, ki so značilni za razredno okolje, v katerem: 1. uspeh predstavlja predvsem napredek in izboljšanje učnih zmožnosti, 2. je poudarjeno učinkovito učenje, 3. učenci ob soočanju z učnimi izzivi doživljajo zadovoljstvo in 4. napake predstavljajo sestavni del učenja. Pojavlja se tudi izraz usmerjenost v nalogo, ki predstavlja stopnjo učenčevega zadovoljstva in zaznane uspešnosti pri ukvarjanju z nalogo (Puklek Levpušček in Zupančič, 2009b). Učenci s to usmeritvijo se pri soočanju z učnimi nalogami osredotočajo predvsem na to, kako pridobiti ugodno mnenje o svojih zmožnostih od drugih (Dweck in Leggett, 1988). Ames in Archer (1988) sta samopredstavitvene cilje v učnih situacijah opredelila z značilnostmi razreda, v katerem so v ospredju visoke ocene kot najpomembnejše določilo uspešnosti, poudarjanje pomena visokih sposobnosti, doživljanje zadovoljstva zaradi večje uspešnosti v primerjavi z ostalimi učenci in pojav anksioznosti ob doživljanju neuspeha. Elliot in sod. (Elliot in Church 1997; Elliot in Harackiewicz 1996) so samopredstavitvene cilje delili na usmerjenost v izkazovanje lastnih zmožnosti (ang. »performance approach goal orientation«) in usmerjenost v izogibanje izkazovanja lastnih nezmožnosti (ang. »performance avoidance goal orientation«). V prvem primeru je izražena težnja po uspehu, saj se učenec usmeri v dejavno predstavitev svojega znanja, sposobnosti in zmožnosti z namenom, biti boljši od drugih. V drugem primeru pa je učenčev prvotni cilj izogniti se temu, da bi med ostalimi učenci obveljal kot nevešč, nesposoben in neveden (Puklek Levpušček in Zupančič, 2009b).

V raziskavah je bila usmerjenost v obvladovanje učne snovi pozitivno povezana s prizadevnostjo in vztrajnostjo (Miller in sod., 1996; Wolters, 2004), z uporabo spoznavnih in metaspoznavnih strategij pri učenju (Pintrich, 2000; Wolters, 2004), s pozitivnimi stališči do učenja ter s prepričanjem, da je uspeh posledica učenčeve prizadevnosti (Ames in Archer, 1988). Nasprotno se je usmerjenost učencev v izogibanje izkazovanja lastnih nezmožnosti pozitivno povezovala z neprilagojenimi vzorci učenja: z zaznano nižjo učno samoučinkovitostjo, z izogibanjem iskanja pomoči pri učenju in s testno anksioznostjo (Middleton in Midgley, 1997) ter s pripisovanjem vzrokov za neuspeh zunanjim dejavnikom ali lastni neprizadevnosti (Midgley in Urdan, 2001).

2.4.2 Komponente učne motivacije

Pintrich in sod. (1991) v svojem vprašalniku MSLQ, ki smo ga uporabili tudi v naši raziskavi, deli komponente motivacije v tri skupine:

1. komponente vrednosti: ciljna naravnanost (notranja in zunanja) in pomembnost same naloge,
2. komponente pričakovanja: zaznavanje kontrole in zaznavanje samoučinkovitosti,
3. čustvene komponente: anksioznost, druge čustvene reakcije in potrebe.

V nadaljevanju bomo opisali tiste komponente, ki smo jih preverjali v naši raziskavi, to so: notranja in zunanja motivacija za učenje genetike, pomembnost učenja genetike, samoučinkovitost pri učenju genetike in strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike.

Prva skupina komponent motivacije, to so vrednostne komponente, vključuje razloge učenčevega udejstvovanja pri neki nalogi. Sem uvrščamo notranjo in zunanjo ciljno usmerjenost ter pomembnost naloge za samega učenca. Te komponente izvirajo iz dveh teorij storilnostne motivacije, in sicer iz teorije motivacijskih ciljev v učnih situacijah dosežka (ang. »the achievement goal theory«) in teorije pričakovane vrednosti (ang. »the expectancy-value theory«). Učenci, usmerjeni v obvladovanje naloge in razvoj lastnih zmožnosti, so usmerjeni v učenje in razumevanje naučenega, obvladovanje vsebine in izboljšanje lastnih trenutnih kompetenc. Učenci, usmerjeni v lastne zmožnosti ob primerjavi z drugimi, pa so usmerjeni v dokazovanje lastnih sposobnosti drugim, preseganje uspeha drugih in v izogibanje izkazovanja nesposobnosti drugim.

Notranja ciljna usmerjenost v MSLQ pomeni dejansko usmerjenost v obvladovanje naloge in razvoj lastnih zmožnosti, medtem ko zunanja ciljna usmerjenost pomeni usmerjenost nase in lastne zmožnosti v kontekstu primerjave z drugimi. Gottfriedova (1985, 1990) je dokazala pozitivno korelacijo med notranjo ciljno usmerjenostjo in uspehom v primeru učenja matematike in branja. Podobno tudi Ryan in Connell (1989) in Vallered in sod. (1989, 1992) ugotavljajo, da ciljno notranje usmerjeni učenci dosegajo višji uspeh, kažejo

boljše razumevanje in se bolje prilagajajo učnim situacijam kot učenci z manj notranje motivacije. Ciljna usmerjenost nase v kontekstu primerjave z drugimi je običajno boljši napovednik uspeha na izpitu, medtem ko je usmerjenost v obvladovanje naloge in lastne zmožnosti boljši napovednik dolgoročnega uspeha, v smislu višje notranje motivacije, izbire bolj učinkovitih strategij učenja in udejstvovanja učenca pri nadaljnjem učenju (Elliot in Church, 1997; Harackiewicz in sod., 1997). Wolters in sod. (1996) so v svoji raziskavi pokazali, da notranja ciljna usmerjenost vpliva na boljši uspeh in tudi povečuje občutek sposobnosti za reševanje neke naloge, pomembnost naloge za posameznika in višjo stopnjo samoregulativnega učenja. Nasprotno pa se zunanja ciljna naravnanost povezuje z anksioznostjo, nižjim občutkom o sposobnostih in pomembnosti neke naloge za posameznika ter slabšim uspehom.Tretji vidik prve skupine motivacijskih komponent je pomembnost neke naloge za učenca, ki opisuje, kako zelo pomembna je naloga oz. dejavnost za posameznika (Pintrich, 2003). Wigfield in Eccles (2002) razlagata to komponento kot učenčev notranji interes za neko aktivnost oz. nalogo, zavedanje pomembnosti te naloge zanj in zavedanje potrebnih odpovedi, ki jih udejstvovanje pri tej nalogi pomeni. Po Pintrichu (1999) je višja pomembnost neke naloge za posameznika povezana z višjo stopnjo samoregulacije in posledično boljšim uspehom. Zato je potrebno v učnem procesu to komponento razvijati, če želimo doseči boljše učenje. To pa lahko naredimo z uporabo aktivnosti, ki so za učence uporabne, zanimive in pomembne. Zimmerman in sod. (1992) ter Pintrich in DeGroot (1990) vidijo v tej komponenti razlog za učenčevo prizadevnejše delo v šoli, a ne nujno tudi boljše ocene ali uspeh. Včasih pride pri pomembnosti določene naloge do razlik tudi med spoloma. Wigfield in Eccless (2000) sta ugotovila, da je za fante v adolescenci pomembnejša matematika, za dekleta pa angleščina. Kljub temu pa na osnovnošolski ravni med spoloma ni bilo razlik, ko so primerjali pomembnost matematike in dela z računalnikom, razlike pa so se pokazale pri športni vzgoji, ki so jo imeli raje fantje ter branju in glasbi, ki sta bila pomembnejša za dekleta.

Komponente pričakovanja v MSLQ pomenijo učenčevo prepričanje o lastni kompetentnosti (samoučinkovitosti), drugi vidik pa je občutek kontrole nad učenjem. Bandura (1989) vidik samoučinkovitosti razlaga kot učenčevo prepričanje o lastnih sposobnostih na nekem področju. Po njegovem mnenju obstajajo štirje zunanji vplivi, ki oblikujejo samoučinkovitost:

1. dejanske izkušnje (pretekli uspehi in porazi),
2. izkušnje drugih (opazovanje uspeha sovrstnikov),
3. besedna vzpodbuda drugih (o sposobnostih nekoga),
4. psihološki moment (potenje rok, povečano bitje srca zaradi preteklih porazov).

Mnoge raziskave so pokazale, da je samoučinkovitost pomemben napovednik uspešnosti učenja in uspeha (Pintrich in DeGroot, 1990; Schunk, 1996; Bandura, 1997; Zohar, 1998; Eccless in Wigfield, 2000, 2002; Bandalos in sod., 2003). Še več, v raziskavi Puklek

Levpuščkove in Zupančičeve (2009a) se je izkazalo, da samoučinkovitost postopoma postane notranji motiv za sodelovanje pri neki aktivnosti in s tem vpliva na sam uspeh. Do podobnega sklepa so prišli tudi Zimmerman in sod. (1992), ki trdijo, da se učenci učijo bolj poglobljeno, kadar gre za snov, ki se jim zdi pomembna. Tudi Wigfield in Guthrie (1997) ugotavljata, da otroci, ki čutijo, da dobro berejo, tudi sicer radi berejo knjige, medtem ko otroci, ki se imajo za slabše bralce, neradi berejo knjige. Schunk (1990) je ugotovil, da cilji, ki so kratkoročno zastavljeni, specifični in pomenijo za učenca izziv, povečujejo njegovo motiviranost za učenje in njegovo samoučinkovitost. Glede na rezultate Schunkove raziskave in njegovih sodelavcev (2008) ter Chemersa in sod. (2001) si učenci z višjo samoučinkovitostjo postavljajo višje cilje, izbirajo težje naloge, dlje časa vztrajajo pri neki dejavnosti, uporabljajo bolj učinkovite tehnike učenja, uživajo pri delu ter ob tem občutijo pozitivnejša čustva, kar pomeni tudi manj strahu in anksioznosti.

Med čustvenimi komponentami bomo omenili anksioznost, ki je pogostokrat povezana z učnim uspehom in dosežki. Raziskave v veliko primerih odkrivajo negativen vpliv anksioznosti na sam učni izid (Hill in Wigfield, 1984; Zeidner, 1998; Pintrich in Schunk, 2002). Zeidner (1989) anksioznost razlaga kot skupek fenomenoloških, psiholoških in vedenjskih odzivov, ki spremljajo skrb o možnih negativnih posledicah neuspeha na izpitu. Gre za negativno reakcijo na preverjanje in ocenjevanje znanja, ki vključuje spoznavno zaskrbljenost in čustven odziv. Pod spoznavno zaskrbljenost štejemo negativne misli o neuspehu, ki se pojavijo pri nekom medtem, ko rešuje izpit, kar ovira njegovo razmišljanje ter aktivacijo potrebnih znanj in spretnosti, da bi dobro opravil izpit. Čustveni odziv vključuje telesni odziv, kot so potne roke in bolečine v želodcu, kar dodatno ovira proces dokazovanja posameznikovega znanja. Anksioznost naj bi se razvila že v predšolski dobi ali v začetku šolanja, ko starši s svojimi previsokimi pričakovanji negativno reagirajo na otrokov neuspeh (Hill in Wigfield, 1984). Nizko anksiozni otroci po Hillu in Wigfieldu (1984) dlje vztrajajo in so bolj sproščeni v situacijah, ko se preverja njihovo znanje. Poleg tega so manj obremenjeni z reakcijo odraslih na njihovo predstavo in si prizadevajo biti čim boljši pri reševanju relativno težkih nalog. Nasprotno se visoko anksiozni otroci skušajo izogniti situacijam, v katerih se preverja njihovo znanje, so visoko obremenjeni z mnenjem staršev in učiteljev ter raje sodelujejo pri reševanju manj zahtevnih nalog, pri katerih je uspeh bolj siguren. Po mnenju nekaterih raziskovalcev so visoko anksiozni ljudje preveč obremenjeni sami s seboj in se zato ne morejo osredotočiti na določeno nalogo (Sarason, 1973). Spet druge raziskave so pokazale, da imajo visoko anksiozni učenci težave pri odkrivanju za razumevanje bistvenih podatkov in tekom ure postavijo manj smiselnih vprašanj, ki se navezujejo na snov tiste ure (Nottelmann in Hill, 1977). Chapell in sod. (2005) so ugotovili, da je anksioznost pogostokrat posledica neprimerne uporabe učnih strategij in posledično slabšega uspeha. Obstajajo tudi situacije, ko anksioznost doprinese k boljšemu uspehu. Garcia in Pintrich (1994) sta ugotovila, da nekateri učenci uporabijo anksioznost za lastno motivacijo, zaradi česar se pri nalogi bolj potrudijo, se več učijo in posledično dosežejo boljši rezultat pri ocenjevanju znanja. Po Spenceju (1958)

učenci zaradi anksioznosti v večjem procentu odgovarjajo pravilno kot nepravilno. Hkrati je anksioznost razlog za hitrejše učenje. A to naj bi veljalo le v primeru lažjih nalog. V primeru zahtevnejših nalog anksioznost prispeva k slabšemu uspehu. V raziskavi, ki sta jo izvedla Grolnick in Ryan (1987) se je izkazalo, da so se učenci, ki so jim povedali, da bodo čez en teden ocenjeni iz dane snovi, manj poglobili v snov in so pokazali nižji interes od učencev, ki niso vedeli za preverjanje znanja. Hill in Wigfield (1984) sta povzela nekaj raziskav, v katerih se je pokazalo, da visoko anksiozni učenci slabše rešujejo test kot nizko anksiozni učenci, če vedo, da gre za preverjanje in ocenjevanje znanja ali njihovih sposobnosti. Do enakih razlik pride v situacijah, ko morajo učenci pokazati svoje znanje hitro, torej ko so časovno omejeni ali ko jih pri njihovem delu opazujejo odrasli. Podobno se je izkazalo tudi v neki drugi raziskavi, kjer so bili učenci, ki so se učili z namenom, da bodo to znanje nato praktično uporabili, višje notranje motivirani in so pokazali višje znanje od učencev, ki so se učili le zato, da bodo nato ocenjeni (Benware in Deci, 1984). Pintrich in DeGroot (1990) sta v svoji raziskavi preverila razliko med fanti in dekleti v zaznavanju anksioznosti. Pokazalo se je, da so se fantje ocenili za bolj sposobne in so posledično čutili manj strahu pred ocenjevanjem znanja kot dekleta. Hkrati se je v njuni raziskavi pokazalo, da je anksioznost povezana s slabšim uspehom na kvizu in slabšimi ocenami, ne pa tudi z učenjem, izbiro strategij, delom v laboratoriju in pisanjem eseja.

2.4.3 Upoštevanje motivacije pri oblikovanju multimedije

Ko oblikujemo multimedijsko predstavitev, moramo biti med drugim zelo pozorni na učno motivacijo, ki po besedah mnogih raziskovalcev, med njimi tudi Maloneja in Lepperja (Malone in Lepper, 1987; Lepper in Malone, 1987) vpliva na uspeh učenja. Tudi Tucker in sod. (2002) so v svoji raziskavi dokazali, da direktno na uspeh vpliva le motivacija, vsi ostali dejavniki (spol, učni stil, način učenja) pa vplivajo posredno preko njihovega vpliva na motivacijo. Abrahamson (1998) je videl pomen uporabe različnih medijev (televizija, računalnik) v procesu učenja v sami motivaciji učencev bolj kot v smislu posredovanja informacij. Zato je po njegovem mnenju pri oblikovanju multimedije dobro upoštevati nekaj notranjih motivatorjev, kot so izziv, radovednost, kontrola, domišljija in medosebni dejavniki (tekmovanje, sodelovanje in priznanje uspeha). Nicholls (1984) in Gottfried (1990) poudarjata odvisnost notranje motivacije, ki je eden izmed najboljših napovednikov uspeha, od teže in izzivalnosti naloge, radovednosti ali zanimanja ter želje po obvladovanju in kompetentnosti. Pri oblikovanju učnega okolja je pomembno tudi, da čim bolj zmanjšamo negativna čustva, kot so v procesu učenja strah, nevoščljivost in jeza ter izpostavimo pozitivna čustva, kot so užitek in naklonjenost (Astleitnerju in Leutnerju, 2000)

Csikszentmihalyi (1988, 1997) trdi, da izziv ustvarja »zanos«, zaradi katerega se učenec popolnoma osredotoči na neko nalogo in je pri tem visoko motiviran. »Zanos« se ustvari samo v določenih pogojih, kot so:

1. jasno izraženi cilji naloge in pravila za dosego le-teh,
2. maksimalna uporaba vseh učenčevih sposobnosti pri reševanju izziva,
3. aktivnosti, pri katerih učenec uživa.

»Zanos« je posledica dovolj visokega izziva naloge in visokih spretnosti posameznika (Massimini in Carli, 1988). »Zanos« in pozitivna čustva pripomorejo k večji zavzetosti učenca pri dejavnosti, povečujejo notranjo motivacijo in izboljšujejo učni uspeh (Schunk in sod., 2008).

Radovednost ustvarimo s kompleksnostjo informacij ali neskladjem med tem kar predstavljamo in znanjem, ki so ga učenci do tedaj že osvojili. Radovednost v multimediji sprožimo z zvoki in slikami ter ustvarjanjem zavedanja pomanjkljivosti v dosedanjem znanju, ki jih učenec nato želi izpopolniti (Malone in Lepper, 1987).

Kontrola je po mnenju Maloneja in Lepperja (1987) pogojena z možnostjo izbire med več možnimi potmi učenja in različnimi rešitvami zastavljenega problema.

Domišljijo v svetu multimedije lahko povečamo z dodatkom nekega risanega junaka, ki nas vodi skozi celotno prestavitev ali nam omogoča pogled na učno snov skozi svojo perspektivo.

Tekmovanje je lahko zunanje, kadar učenec vsak zase reši neko nalogo in se rezultati nato primerjajo med seboj. Še bolj učinkovito je notranje tekmovanje, ko učenci istočasno sodelujejo pri neki nalogi (Malone in Lepper, 1987). Tekmovanje lahko vpliva na povečanje občutka o izzivu naloge, pomembnosti naloge za učenca in potrebo po uspehu. Sodelovanje med učenci je pomemben dejavnik, ki vpliva na uspeh učenja. Tudi sodelovanje je lahko zunanje ali notranje. Zunanje je, kadar učenec opravi neko nalogo sam in nato primerja dobljene rezultate z ostalimi. Notranje sodelovanje pa pomeni, da so rezultati posameznih učencev soodvisni. Nenazadnje tudi priznanje uspeha pripomore k zadovoljstvu učenca in povečanju njegove samozavesti.

Žal so v učnem procesu kot nasploh v življenju pogostokrat prisotna tudi negativna čustva. Strah se v učni situaciji odraža kot anksioznost. Ta ima lahko, kot smo že omenili, pozitiven ali negativen vpliv na učenje. Dokler anksioznost traja le kratek čas in se konča, ko je naloga opravljena, je koristna. Če se nadaljuje, moti nadaljnje učenje in negativno vpliva na dolgoročni uspeh. Z multimedijo lahko to omilimo na več načinov:

1. večkratna uporaba multimedije pri pouku daje učencem varnost, predstavlja varno učno okolje, saj vedo, kaj lahko pričakujejo pri uri (Ormrod 2005),
2. računalniški programi omogočajo hitre povratne informacije o uspehu učenca pri reševanju naloge (Sherman in Kurshan, 2005),
3. z multimedijo minimiziramo slušne in vizualne efekte, lahko vključimo statistiko sprotnega uspeha med reševanjem nalog, uporabljamo slušalke in pomoč za učence (Astleitner in Leutner, 2000).

Jeza je zadnje negativno čustvo, ki sta ga v učni situacij predvidela Astleitner in Leutner. Po njunem mnenju ga je moč preseči z uporabo raznih povezav različnih spletnih strani in različnih težavnostnih stopenj posameznih nalog. V nekaterih predstavitvah obstaja tudi poseben gumb za primer jeze, s pritiskom na katerega učenec opozori učitelja, da se je znašel pred neko težavo. Učitelj mu v tem primeru lahko prihiti na pomoč ali mu dovoli nekajminutni predah za zbistritev misli.

Užitek kot pozitivno čustvo v učni situaciji pripomore k višji notranji motivaciji in ga lahko povečamo z dodatkom humorja in aktivnosti, ki spominjajo na otroške igre. Naklonjenost po mnenju Astleitnerja in Leutnerja (2000) krepi medosebne odnose in ustvarja okolje za sodelovalno učenje. Naklonjenost pri učenju z multimedijo lahko povečamo tako, da uvedemo učenje v parih.

Kot vidimo, ima multimedija izjemne možnosti, da obogati učni proces, a le, če je pravilno zasnovana in uporabljena (Large in sod., 1995). Bernard in sod. (2004) namreč ugotavljajo, da učenci ponavadi raje izberejo učenje z multimedijo kot kakšen drug način učenja. A njihov visok interes ne pomeni vedno tudi uspešnejšega učenja (Pintrich, 2003; Schunk, 1995). Pri učenju na daljavo se je izkazalo celo, da je povišanje uspeha vplivalo na upad interesa in notranjega zadovoljstva učencev. Salomon (1984) je ta pojav razložil z ugotovitvijo, da učenčev interes za nove metode in pripomočke pri učenju temelji na predpostavki, da bo ta nova tehnologija omogočila lažje učenje, zaradi česar učenec pri učenju vloži manj lastnega napora, rezultat tega pa je manj uspešno učenje v primerjavi z učenjem z metodami, ki veljajo za bolj zahtevne. Do podobne ugotovitve je v svoji raziskavi prišel tudi Clark (2001).

Kljub vsemu pa v raziskavah ni enotnih dokazov o tem, da uporaba računalnikov pri učenju poveča motiviranost učencev za šolsko delo in posledično izboljša uspeh, čeprav je ta miselnost nekaj časa veljala za resnično in trdno, kar so potrdili tudi številni raziskovalci na tem področju (Terrell in Rendulic, 1996; Howland in sod., 1997). House (2002) je v svoji raziskavi prišel do spoznanja, da pogostost uporabe računalnika pri učenju ni bila povezana z zadovoljstvom, ki so ga učenci občutili pri šolskih urah. Le-to je bilo pogojeno z aktivnostmi med šolskimi urami, kot npr. demonstracijo določenih poskusov, reševanjem problemskih nalog vzetih iz vsakdanjega življenja in diskusijo.

2.4.4 Raziskave o vplivu motivacije na učenje

V Sloveniji je bila v študijskem letu 2004/05 narejena raziskava pri študentih pedagoške smeri Filozofske fakultete v Ljubljani za predmet Psihologija za učitelje. V njej sta avtorici (Puklek Levpušček in Peklaj, 2007) preverjali različne vidike motivacije ter vpliv začetne motivacije na pripravo seminarja in končno oceno izpita. V raziskavi je bil, kot v naši

raziskavi, uporabljen vprašalnik MSLQ. Izkazalo se je, da so študentje, ki so v večji meri poročali o predmetu kot zanimivem in uporabnem ter študentje, pri katerih je bil višje izražen vidik zunanje motivacije za predmet, bolje pripravili seminarsko delo, kot študentje, ki so poročali o nizki motivaciji za predmet. Prav tako je tudi zaznana vrednost predmeta kot zanimivega in uporabnega neodvisno napovedovala končno oceno pri predmetu. Anksioznost je bila pozitivno povezana z učenjem posameznika, ko se je pripravljal na seminarsko nalogo. Višja začetna zunanja motivacija in pomembnost učenja sta vplivala na večjo zavzetost in boljši rezultat pri študijskih aktivnostih v akademskem letu. Noben vidik motivacije pa ni bil pomembno povezan s končno oceno predmeta.

Zanimiva raziskava je bila narejena tudi na populaciji srednješolcev države Združeni arabski emirati. V njej so avtorji (Khamis in sod., 2008) želeli preveriti vpliv različnih dejavnikov na motivacijo učencev za učenje. Izkazalo se je, da med dejavniki učenčeva samoučinkovitost, podpora staršev, odnos sošolcev do učenja, odnos učitelj-učenec in vsebina učnega načrta, na motivacijo za učenje najpomembneje vplivajo ravno učenčeva samoučinkovitost, odnos učitelj-učenec in vsebina predmeta. Poleg tega se je pokazala razlika tudi med spoloma, pri čemer so bila dekleta bolj motivirana za učenje od fantov. Avtorji so v sklepu članka poudarili, da je za povečanje šolske produktivnosti potrebno povišati motivacijo učencev za učenje. Pri tem je zelo pomembno učno okolje. Kot je trdil že Lumsden (1994), so učenci dejavnejši v šolskem procesu, kadar se v šoli čutijo sprejete in kadar jim šolsko okolje predstavlja prostor pripadnosti in kraj, kjer je prisotno medsebojno spoštovanje in razumevanje.

Prve raziskave motivacije na podorčju učenja naravoslovja so se osredotočale na vpliv odnosa do neke discipline in vpliva le-tega na sam uspeh (Simpson in Troost, 1982). Te raziskave so odkrile še zelo malo o motivaciji učencev za naravoslovje. Napredek se je pokazal v raziskavi, ko sta Simpson in Oliver (1990) dokazala pozitiven vpliv razredne klime, učnega načrta, učiteljevega načina poučevanja in sošolcev na dober odnos posameznika do naravoslovja. V tem času je zaživel še en pristop preučevanja učne motivacije, ki je temeljil na analizi učnih ciljev (Ames in Archer, 1988). V številnih raziskavah se je pokazalo, da na učenčeve cilje pomembno vplivajo učitelji (Ames in Archer, 1988; Meece, 1991). Če učitelji pri pouku poudarjajo pomen in pomembnost učnih nalog ter spremljajo in pohvalijo napredek vsakega posameznika, so učenci učno naravnani (Ames, 1990). V razredih, kjer učitelji poudarjajo pomen zunanjega preverjanja znanja in napredek učencev primerjajo med seboj, pa so učenci usmerjeni v primerjanje in dokazovanje svojih sposobnosti drugim. A kot smo že omenili, prihaja v srednjih šolah do upada motivacije za učenje znanstvenih disciplin (Wheelock in Dorman, 1988; Eccles in Midgley, 1989), še posebej notranje motivacije in odnosa do znanosti (Simpson in Troost, 1982; Simpson in Oliver, 1990). Eccles in Midgley (1989) vidita vzroke za padec motivacije v uporabi enoličnih oblik ocenjevanja napredka učencev in metodologiji poučevanja, ki ni prilagojena učenčevim sposobnostim.

Anderman in Young (1994) sta v svoji raziskavi proučevala motivacijo srednješolcev za učenje naravoslovnih disciplin, povezavo med motivacijo in izbiro metod učenja ter vpliv različnih tehnik poučevanja na samo motivacijo učencev. V raziskavi se je izkazalo, da so se fantje čutili bolj učinkovite na podorčju naravoslovja kot dekleta, kljub temu da so imela dekleta višje ocene. Nadalje se je pokazalo, da imajo v učenje usmerjeni učenci, ki se čutijo na področju naravoslovja močne, visoko mnenje o svojih sposobnostih in imajo pozitiven odnos do naravoslovja. Tisti učenci, ki so bili usmerjeni v lastne sposobnosti, pa so bili manj učno usmerjeni. V raziskavi se je pokazalo tudi, da je poudarjanje ocen, uspeha najboljših dijakov in tekmovalnosti povezano z nižjo motivacijo za učenje naravoslovnih disciplin. Nenazadnje so rezultati pokazali tudi, da učiteljev odnos do učencev in samega predmeta vpliva na oblikovanje učenčevih ciljev in posledično na njegovo motivacijo. Avtorja glede na raziskavo predvidevata celo, da lahko učiteljevo izpostavljanje in primerjanje sposobnosti posameznika z njegovimi sovrstniki zmanjša pozitiven vpliv novejših tehnik, kot so problemsko zasnovan pouk, sodelovalno učenje in projektno delo, na samo učenje.

2.5 UČNI STILI

Učenci se učijo na različne načine: z opazovanjem in poslušanjem, logičnim in intuitivnim razmišljanjem, preko ustvarjanja vidnih podob in ustvarjanjem matematičnih modelov, enakomerno ali v valovih (Felder in Silverman, 1988). Tudi metode poučevanja se razlikujejo med seboj: nekateri učitelji poudarjajo principe, drugi uporabnost, nekateri pomnjenje, drugi razumevanje snovi. Po besedah Felderja in Silvermana (1988) uspeh učenja ni odvisen le od učenčevih sposobnosti in predhodnih priprav, ampak tudi od ujemanja učenčevega učnega stila z učiteljevim načinom poučevanja. To ugotovitev sta potrdila tudi Sternberg in Grigorenkova (1995), ki sta v svoji raziskavi ugotovila, da so bili učenci s podobnim učnim stilom kot je bil stil poučevanja njihovega učitelja, boljše ocenjeni od učencev, ki se po svojem učnem stilu niso ujemali z učiteljem. Zato se zadnjih nekaj desetletij v raziskavah s področja učenja in poučevanja pojavljajo tudi raziskave, ki proučujejo učne in zaznavne stile ter učne strategije. Na tem področju je predvsem pri sami terminologiji kar nekaj nejasnosti, zato bomo v začetku tega poglavja povzeli nekaj ključnih razlag omenjenih izrazov.

Zaznavni stil je po definiciji Allporta (1937) posameznikov značilni ali stalni način reševanja problemov, razmišljanja, zaznavanja in spominjanja, medtem ko je učni stil opisan z uporabo zaznavnega stila v učnem procesu (Riding in Cheema, 1991). To lahko razumemo tudi, kot da je zaznavni stil le ena oblika učnega stila (Cassidy 2004). Hartley (1998) razlaga zaznavne stile kot poti, preko katerih se posamezniki lotijo reševanja različnih zaznavnih nalog, učne stile pa kot poti, preko katerih posamezniki rešujejo

različne učne naloge. Felder in Henriques (1995) razlagata učne stile kot načine, s katerimi posameznik značilno pridobi, predeluje, ohranja in obnavlja neke informacije.

2.5.1 Značilnosti posameznih učnih stilov

Pomemben doprinos k razvoju učnih stilov je s svojim delom naredil Kolb, katerega vprašalnik o učnih stilih je bil eden prvih v Ameriki, izdelan leta 1976. Od takrat naprej se je raziskovanje učnih stilov in razvijanje raznih vprašalnikov močno razširilo. V novejši literaturi poročajo kar o 71 različnih vprašalnikih, ki ocenjujejo učne stile in več tisoč člankih s tega področja (Litzinger in sod., 2007). V zadnjih treh desetletjih je bilo narejenih preko 30 vprašalnikov (Felder in Henriques, 1995). V naši raziskavi smo prevedli in uporabili Felderjev in Solomanin vprašalnik (Soloman B. A. in Felder R. M., Index of Learning Styles Questionnaire- ILSQ, http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html, 2004). Različni vprašalniki opisujejo različne dimenzije učnih stilov. Felderjev in Solomanin se osredotoča na štiri dimenzije, pri katerih ločita med:

1. čutnim in intuitivnim,
2. vizualnim in slušnim (oz. verbalnim),
3. aktivnim in razmišljujočim,
4. zaporednim in celostnim učnim stilom.

Obstajala naj bi še peta dimenzija učnih stilov, to je induktivni in deduktivni stil. Tako naj bi bilo glede na Felderjev in Silvermanov (1988) model učnih stilov kar 32 različnih kombinacij učnih stilov (npr. čutni-vizualni-razmišljujoči-celostni).

K petim osnovnim učnim stilom pa sta Felder in Silverman v svojem modelu dodala vzporedno tudi pet stilov poučevanja:

1. konkretni in abstraktni,
2. vizualni in verbalni,
3. induktivni in deduktivni,
4. aktivni in pasivni,
5. zaporedni in celostni.

V nadaljevanju bomo opisali nekaj ključnih značilnosti posameznih učnih stilov in ljudi, pri katerih prevladuje določen učni stil, kar smo povzeli po Felderju in sod. (1988, 1995).

2.5.1.1 Čutni in intuitivni učni stil

Čutnost vključuje opazovanje, zbiranje podatkov skozi čutila, intuitivnost vključuje indirektno zaznavo sveta skozi podzavestne spomine, špekulacijo, domišljijo in sum. Čutni ljudje so konkretni in metodični, radi imajo dejstva, podatke in eksperimentiranje, podrobnosti so jim zanimive, ne marajo pa zapletanja situacije. Intuitivni ljudje so abstraktni in domiselni, raje imajo koncepte in teorije, podrobnosti jih dolgočasijo, pozdravljajo pa zapletanje situacije. V učni situaciji so čutni ljudje podvrženi pomnjenju podatkov, dobro sledijo navodilom in ustaljenim postopkom. Intuitivni imajo radi raznolikost, ne marajo ponavljanja in se boljše prilagajajo novim konceptom in izjemam med pravili. Intuitivni ljudje se boljše znajdejo s simboli kot čutni. Čutni ljudje so previdni, a počasni, intuitivni hitri, a površni. Raziskav s področja razlikovanja med čutnimi in intuitivnimi učenci ob učenju z računalnikom je bilo narejenih le nekaj, a nobena ni potrdila pomembnih razlik med učnim uspehom, upoštevajoč njihov čutno-intuitivni učni stil (Hart, 1995; Reed in sod., 2000; Rourke in Lysynchuk, 2000).

2.5.1.2 Vizualni in verbalni učni stil

Vizualni in verbalni/slušni učni stil sta le dva izmed treh možnih načinov sprejemanja podatkov v tem sklopu. Obstaja namreč še tretji kinestetični učni stil, značilen za ljudi, ki pridobivajo informacije z dotikom, okušanjem in vonjanjem. Ljudje z vizualnim učnim stilom raje sprejemajo podatke v obliki grafov, tabel, slik, filmov in demonstracij, tisti z verbalnim pa v obliki govorjenih ali napisanih besed. Tudi pri razumevanju prebranega besedila si vizualni tipi ljudi pomagajo z ustvarjanjem slik, verbalni pa z ustvarjanjem asociacij med besedami (Riding, 2001). Pri verbalnem učnem stilu se pojavljata dve različici: vizualno-slušni učni stil, če gre za sprejemanje besedila v govorjeni obliki in vizualno-verbalni učni stil, če gre za sprejemanje besedila v zapisani obliki. Dale je že leta 1969 v svoji raziskavi (Dale, 1969) prišel do spoznanja, da večina ljudi sprejme in si zapomni več informacij iz vizualne kot pa govorjene ali napisane predstavitve.

V raziskavi, ki sta jo izpeljala Mayer in Massa (2003) se je pokazalo, da vizualne in verbalne tipe ljudi lahko ločimo med seboj na osnovi treh vidikov: spoznavnih sposobnosti oz. prostorskih zaznav (ali ima učenec visoke ali nizke sposobnosti zaznave prostora), učnega stila (ali učenec ob razmišljanju ustvarja verbalne ali vizualne predstave) in učnih preferenc (ali se učenec uči raje z besedami ali slikami). V svoji raziskavi sta uporabila drugačno razlago stilov kot nekateri drugi raziskovalci, ki so pod učni stil šteli način sprejemanja informacij in ne način razmišljanja o podatkih. Glede na rezultate njune raziskave lahko rečemo, da so vizualni tipi ljudi tisti, ki jim ustreza učenje s predstavitvami, ki zahtevajo visoko sposobnost prostorske predstave, pri razmišljanju ustvarjajo vizualne podobe in imajo raje poučevanje, ki temelji na slikovnem gradivu. Nasprotno od vizualnih tipov ljudi pa so verbalni tisti, ki imajo slabše sposobnosti učenja s

predstavitvami, ki zahtevajo visoko sposobnost prostorske zaznave, uporabljajo verbalne miselne predstave in se raje učijo z besednim gradivom. Vizualni tipi ljudji so boljši pri nalogah, ki temeljijo na slikovnem in besednem materialu (Riding, 1997), pri učenju so osredotočeni navznoter, so pasivni in zadovoljni s statičnim okoljem učenja. Verbalni tipi so osredotočeni navzven, radi delajo v skupinah, ustreza pa jim spodbujajoče učno okolje (Riding, 2001). Riding in Rayner (1995) sta odkrila, da vizualni tipi ljudi vztrajajo v neki dejavnosti, četudi jim postane dolgočasna, dlje od verbalnih tipov ljudi. Po Cooku (2005) naj bi se vizualni tipi boljše učili z multimedijo od besednih, verbalni pa naj bi bili uspešnejši pri učenju prek internetnih strani, ki temeljijo na besedilu. V neki drugi raziskavi so Cook in sodelavci (Cook in sod., 2006) ugotovili, da so višji uspeh po učenju z računalnikom dosegli učenci z vizualno-verbalnim učnim stilom in vizualnim stilom, pomembno nižjega pa učenci z verbalnim učnim stilom. Izsledki različnih raziskav s tega področja so zelo različni in celo nasprotujoči si. O tem pričajo tudi izsledki raziskave, v kateri se je izkazalo, da so bili verbalni tipi učencev uspešnejši pri učenju z multimedijo in ne z računalniškim programom, ki je vseboval manj multimedijskih elementov, vizualni tipi pa ravno obratno (Parkinson in Redmond, 2002).

2.5.1.3 Aktiven in razmišljujoč učni stil

S to kombinacijo učnih stilov opisujemo zapletene miselne procese, s katerimi ljudje sprejete podatke predelujejo in oblikujejo v znanje. Ljudje z aktivnim učnim stilom podatke preverjajo, o njih razpravljajo ali jih razlagajo, radi pa se učijo v okolju, ki jim omogoča aktivno eksperimentiranje. Ljudje z razmišljujočim stilom pa o podatkih razmišljajo in jih preverjajo v svojih mislih, ustreza jim razmišljujoče učno okolje, ki jim omogoča opazovanje. Ljudje z aktivnim učnim stilom se radi učijo v skupini in so praktiki. Ljudje z razmišljujočim učnim stilom pa se raje učijo sami ali še z največ eno osebo, po naravi so teoretiki. V raziskavah, kjer so preverjali povezavo med učnim stilom in metodami učenja, je bilo predvideno, da se bodo razmišljujoči učenci boljše učili z internetom in podobnimi učnimi pripomočki od aktivnih učencev, a to v večini primerov ni bilo potrjeno (Hart, 1995; Reed in sod., 2000).

2.5.1.4 Zaporeden in celosten učni stil

Ljudje z zaporednim učnim stilom se učijo po manjših med seboj povezanih sklopih, ljudje s celostnim stilom pa snov osvajajo po nepovezanih sklopih, ki jih uspejo sestaviti v celoto. Ker za to potrebujejo čas, so ljudje s celostnim učnim stilom pogosto počasni in slabo rešujejo naloge, dokler ne dojamejo celotne slike. Takrat pa uspejo ustvariti zelo dobre miselne povezave, celo z drugimi področji. Ljudje z zaporednim učnim stilom ponavadi nimajo težav z reševanjem nalog, četudi vsega čisto dobro ne razumejo in v večini primerov niso sposobni umestiti novo snov v nov, širši kontekst ali delati povezave z drugimi področji. Dokazano je bilo tudi, da na ljudi s celostnim učnim stilom veliko bolj

vplivajo zunanja motivacija, povratna informacija, struktura predstavitve in socialne aktivnosti kot pa na ljudi z zaporednim učnim stilom (Cook, 2005). Različne raziskave, ki vključujejo odvisnost učnega uspeha od učnega stila v učnem okolju, ki temelji na uporabi računalnika, dajejo različne rezultate. Nekatere poročajo o nepomembnem vplivu učnega stila (Abouserie in Moss, 1992; Graff, 2003), spet druge odkrivajo razlike med učenci z različnim učnim stilom. Med slednjimi sta Liu in Reed (1994) odkrila, da se učenci z zaporednim učnim stilom učijo natančneje in se bolj poglobijo v snov. Ford in Chen (2001) sta ugotovila, da se celostni učenci uspešneje učijo, če imajo možnost, da pred pričetkom obravnave posameznih poglavij preletijo celotno učno vsebino, ki se je bodo nato učili po poglavjih. Zaporedni učenci se učijo uspešneje, če se najprej učijo po korakih, po posameznih sklopih, ki jih nato povežejo v celoto.

2.5.1.5 Induktivni in deduktivni učni stil

Pri induktivnem razmišljanju gre za proces, pri katerem posameznik iz posameznih podatkov, ki jih pridobi pri opazovanju in merjenju oblikuje sklepe, zakone in pravila, ki veljajo na splošno. Deduktivno razmišljanje pa pomeni, da človek s pomočjo splošnih pravil in zakonov razlaga nek posamezen pojav ali njegove posledice. Induktivno razmišljanje je človeku prirojeno razmišljanje, deduktivno razmišljanje pa je del človeku prirojenega stila poučevanja, sploh na ravni visokošolskega in univerzitetnega študija (Felder in Silverman, 1988). Mnoge raziskave kažejo na to, da je induktivni pristop pri poučevanju tisti, ki zagotavlja boljše učenje, višjo uspešnost pri reševanju testov znanja, boljše časovno ohranjanje znanja, višjo samozavest učencev pri reševanju problemskih nalog in višjo sposobnost razvijanja novosti (McConnell, 1934; Swenson, 1949; Taba, 1966; Piaget, 1970; Chomsky, 2006). Induktivni učenci potrebujejo za učenje vzpodbudo in morajo predhodno videti pojav, da lahko razumejo teorijo. Deduktivne predstavitve so pogostokrat zavajajoče, saj dajejo učencem občutek, da je snov zanje pretežka. Pri deduktivnih predstavitvah namreč učitelj seznani učence z že oblikovanimi in med seboj v celoto povezanimi dejstvi, ne predstavi pa tudi poti, po kateri so raziskovalci prišli do teh spoznanj ter njihovih in tudi lastnih zmot in napak na poti razumevanja vsebine (Felder in Silverman, 1988).

2.5.2 Učni stili v praksi

Kot smo že omenili, naj bi po Felderju in Silvermanu (1988) obstajalo 32 različnih kombinacij učnih stilov. To pomeni kar veliko težavo za učitelja, če se želi s svojim poučevanjem prilagoditi učnim stilom večine svojih učencev. Zato v nadaljevanju podajamo nekaj kratkih tehnik oz. pravil poučevanja, ki naj bi po Felderju in Silvermanu ustrezale vsem učnim stilom:

1. motivirajte učence tako, da snov, ki jo razlagate določeno uro, umestite v čas – da razložite, kako so se raziskovalci dokopali do današnjih spoznanj in kaj se na tem področju pričakuje v prihodnje, jo povežete z drugimi predmeti oz. področji in jo navežete na učenčeve lastne izkušnje (induktivni in celostni učni stil),
2. uravnotežite količino podatkov (čutni učni stil) z abstraktnimi koncepti (intuitivni učni stil),
3. uravnotežite učni material, ki zahteva problemsko reševanje (čutni in aktivni učni stil) z materialom, ki zahteva osnovno razumevanje (intuitivni in razmišljujoč učni stil),
4. predstavite intuitivne (logično sklepanje, posploševanje) in čutne (opazovanje okolice, eksperimentiranje) vzorce obravnavanja snovi in vzpodbudite učence, da pri učenju snovi vadijo preko obeh tipov vzorcev (čutni in intuitivni učni stil),
5. predstavite konkretne primere nekega pojava, ki ga opisuje teorija (čutni in induktivni učni stil); nato razvijte teorijo (čutni, induktivni in zaporeden učni stil) in pokažite, kako teorija potrjuje in razlaga posledice tega pojava (deduktivni in zaporedni učni stil); nazadnje predstavite uporabnost spoznanj za vsakdanje življenje (čutni, deduktivni in zaporedni učni stil),
6. uporabljajte slike, grafe, sheme in preproste skice pred, med in po predstavitvi snovi v besedni obliki (čutni in vizualni učni stil); pokažite filme (čutni in vizualni učni stil) in demonstrirajte pojav (čutni in vizualni učni stil), pri čemer naj učenci, če je to možno, aktivno sodelujejo (aktivni učni stil),
7. pri podajanju snovi uporabljajte računalnik (čutni in aktivni učni stil),
8. ne razlagajte in pišite po tabli celo šolsko uro, ampak dajte učencem čas, da razmišljajo o obravnavani snovi tako, da uvedete kratke prekinitve razlage (razmišljujoč učni stil),
9. dajte učencem možnost, da so med uro aktivni, ne samo v smislu zapisovanja snovi, ampak npr. kratkega »brainstorminga« v malih skupinah (aktivni učni stil),
10. izvedite nekaj vaj za utrjevanje posameznih delov snovi (čutni, aktivni in postopni učni stil), a ne pretiravajte z njimi (intuitivni, razmišljujoč in celosten učni stil); pripravite tudi nekaj odprtih problemskih nalog, pri reševanju katerih morajo učenci uporabiti tudi višje miselne procese, kot sta analiza in sinteza (intuitivni, razmišljujoč in celosten učni stil),
11. omogočite sodelovalno učenje pri reševanju domačih nalog (aktivni učni stil),
12. pohvalite kreativne rešitve, četudi so napačne (intuitivni in celostni učni stil),
13. pogovarjajte se z učenci o različnih stilih učenja in načinih najbolj uspešnega učenja za posamezne učne stile (vsi učni stili).

To so le kratki napotki učiteljem, ki pri svojih urah tako lahko upoštevajo in vključijo potrebe čim večjega števila učencev in s tem izboljšajo sam uspeh učenja. V neki raziskavi je bil namreč dokazan večji vpliv učnih stilov na napoved uspeha učencev kot pa vpliv samih umskih sposobnosti učencev (Grigorenko in Sternberg, 1997).

Felder in Brentova (2005) v svojem delu predstavljata podatke različnih raziskav, v katerih je bil uporabljen Feldermanov in Solomanin vprašalnik o učnih stilih – ILSQ (Soloman in Felder, 2004). V večini primerov je bil uporabljen na populaciji študentov. Izsledki kažejo na to, da na splošno v tej populaciji prevladujejo aktivni nad razmišljujočimi, zaporedni nad celostnimi, vizualni nad verbalnimi in čutni nad intuitivnimi tipi ljudi. V naši raziskavi smo upoštevali le vizualno-verbalni učni stil, saj je ta stil ključen pri učenju z multimedijo in glede na omenjene lastnosti posameznih učnih stilov edini lahko sovpliva na uspeh učenja z multimedijo, kar smo preverjali v naši raziskavi. Poleg tega se je v nekaj študijah izkazalo tudi, da učni stil nima večjega vpliva na uspeh učenja (Clark in Feldon, 2005), zato se nam ni zdelo smiselno preverjati vpliva več učnih stilov, ampak samo najpomembnejšega za učenje z multimedijo. V nadaljevanju navajamo številčne podatke nekaterih raziskav le za vizualno-verbalni učni stil: Iowa State University – dodiplomski študentje strojništva: 85 % vizualnih in 15 % verbalnih tipov; University of Puerto Rico – študentje biologije: 74 % vizualnih in 26 % verbalnih tipov; University in Belo Horizonte (Brazilija) – študentje naravoslovnih znanosti: 79 % vizualnih in 21 % verbalnih tipov, študentje humanističnih ved: 39 % vizualnih in 61 % verbalnih tipov.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 SPREMENLJIVKE

Določili smo naslednje odvisne in neodvisne spremenljivke:

Neodvisne spremenljivke:
- Spol: moški, ženski;
- Učni stil;
- Eksperimentalna skupina: besedilo, besedilo s slikami, klasična ura, multimedija.

Odvisne spremenljivke:
- Rezultati predpreizkusa znanja;
- Rezultati preizkusa znanja;
- Rezultati ponovnega preizkusa znanja;
- Rezultati motivacijskega vprašalnika prvič, drugič in tretjič.

3.2 IZBOR IN OPIS VZORCA

V raziskavi je bilo vključenih 468 dijakov 3. in 4. letnika dveh srednjih strokovnih šol in dveh gimnazij v Ljubljani, in sicer: Srednje šole za farmacijo, kozmetiko in zdravstvo v Ljubljani (SŠFKZ), Srednje zdravstvene šole v Ljubljani (SZŠ), Gimnazije Jožeta Plečnika Ljubljana (GJP) in Biotehničnega izobraževalnega centra, smer gimnazija (BIC). V vzorcu je bilo zajetih 193 moških (41.2 %) in 275 žensk (58.8 %), povprečne starosti 18,04 let. Procent ženskih in moških v našem vzorcu je odraz razmerja med spoloma v srednješolskem izobraževanju na gimnazijah in v srednjem strokovnem izobraževanju. Vsi dijaki so sodelovali prostovoljno, kar so nam potrdili s posebno izjavo. Za vse dijake, ki v času raziskave še niso dopolnili 18 let, smo za sodelovanje pridobili pisno dovoljenje staršev. V preglednici 2 je prikazana zgradba vzorca sodelujočih dijakov.

Preglednica 2: Opis vzorca dijakov, ki so sodelovali v naši raziskavi.
Table 2: The basic characteristics of students´ participating in our study.

		Število dijakov
Sodelujoče šole	Srednja zdravstvena šola v Ljubljani	128
	Srednja šola za farmacijo, kozmetiko in zdravstvo v Ljubljani	124
	Gimnazija Jožeta Plečnika v Ljubljani	113
	Biotehnični izobraževalni center v Ljubljani	103
Letniki	3. letnik	227
	4. letnik	241
Spol	Moški	193
	Ženski	275
Zaključena ocena pri biologiji v lanskem šolskem letu	Zadostno 2	120
	Dobro 3	188
	Prav dobro 4	91
	Odlično 5	69
Splošni učni uspeh v lanskem šolskem letu	Zadosten	73
	Dober	204
	Prav dober	151
	Odličen	40
Učni stil	Vizualni	124
	Vizualno-verbalni	265
	Verbalni	79
Razdelitev v eksperimentalne skupine	Besedilo	124
	Besedilo s slikami	117
	Klasična ura	112
	Multimedija	115

3.3 PRIPOMOČKI

Za namen naše raziskave smo sestavili predpreizkus znanja in preizkus znanja ter prevedli motivacijski vprašalnik MSLQ (ang. “Motivated Strategies for Learning Questionnaire Manual” – Pintrich in sod., 1991) in vprašalnik o učnih stilih ILSQ, (ang. “Index of Learning Styles Questionnaire« - Soloman in Felder, 2004).

Prav tako smo pripravili učno enoto na temo izražanja genov za štiri eksperimentalne skupine:

1. za skupino dijakov, ki so se učili samo z besedilom (Priloga A),
2. za skupino dijakov, ki so se učili z besedilom in ustreznimi slikami (Priloga B),
3. za učitelje, ki so poučevali dijake pri klasični uri (Priloga B),
4. za skupino dijakov, ki so se učili s pomočjo multimedije z dvema animacijama (Priloga C).

3.3.1 Predpreizkus znanja (Priloga D)

S predpreizkusom znanja smo ocenili predznanje dijakov v našem vzorcu. Vsebuje 14 vprašanj, ki preverjajo znanje in razumevanje podvajanja deoksiribonukleinske kisline (DNA) in zgradbe DNA. Od teh jih 11 preverja poznavanje dejstev (vprašanja št. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 14), 3 pa razumevanje (vprašanja št. 6, 7, 12). Vprašanja so različnih tipov: odprta, zaprta, za obkroževanje in dopolnjevanje. Na predpreizkus znanja se dijaki niso posebej pripravljali in so ga pisali med prvo od štirih eksperimentalnih ur. Za reševanje so imeli na voljo 20 minut.

Vsak pravilen odgovor smo ovrednotili z 1 točko, kar pomeni, da je bilo največje možno število doseženih točk 14. Cronbachov α koeficient zanesljivosti za celoten predpreizkus znanja za naš vzorec znaša: $\alpha = 0.79$.

3.3.2 Preizkus znanja (Priloga E)

S preizkusom znanja smo preverili znanje in razumevanje (to sta po Bloomu, 1956 prva dva nivoja znanja v njegovi klasifikaciji spoznavnih učnih ciljev) naučene snovi takoj po učenju v enem izmed štirih eksperimentalnih pogojev in nato ponovno po petih tednih, da smo ocenili trajnost pridobljenega znanja in razumevanja. Celotni preizkus znanja vsebuje 35 vprašanj različnih tipov, od katerih jih 23 preverja poznavanje dejstev (vprašanje št. 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 18, 29, 30, 34, 35), 12 pa razumevanje naučene snovi (vprašanja št. 1, 4, 5, 11, 14, 16, 17, 18, 23, 31, 32, 33). Razvrstitev vprašanj na tista, ki preverjajo poznavanje dejstev in tista, ki preverjajo razumevanje, smo izvedli s pomočjo treh neodvisnih učiteljic biologije. Prav tako so te učiteljice predhodno preizkusile vse preizkuse in vprašalnike na manjši populaciji svojih dijakov, ki niso bili zajeti v raziskavi.
Pri statistični obdelavi podatkov smo najprej analizirali rezultat celotnega preizkusa znanja, nato pa ločeno rezultat poznavanja dejstev in podatkov (znanje) ter rezultat razumevanja naučene vsebine (razumevanje).

Dijaki so prvič rešili preizkus znanja pri tretji eksperimentalni uri, ki je sledila drugi, posvečeni učenju izražanja genov. Ponovno so ga rešili še čez pet tednov. Dijaki so za reševanje preizkusa znanja imeli na voljo vsakič 35 minut.

Vsak pravilen odgovor smo ovrednotili z 1 točko, kar pomeni, da je bilo največje možno število doseženih točk 35. Cronbachov α koeficient zanesljivosti za celoten preizkus znanja znaša: $\alpha = 0.92$; za znanje: $\alpha = 0.87$; in za razumevanje: $\alpha = 0.84$.

3.3.3 Motivacijski vprašalnik (Priloga F)

Motiviranost dijakov pred, med in po petih tednih po izpeljani drugi eksperimentalni uri, pri kateri so se dijaki učili o izražanju genov, smo ocenili z iz angleščine prevedenim motivacijskim vprašalnikom, ang. »Motivated Strategies for Learning Questionnaire Manual« - MSLQ (Pintrich in sod., 1991). Pri tem sta nam pomagali dve učiteljici angleščine na srednji šoli (SŠFKZ), pri čemer je ena prevedla vprašalnik iz angleščine v slovenščino, druga pa iz slovenskega prevoda nazaj v angleščino. Nato smo primerjali prevod z izvirnikom in pri večjih odstopanjih smo se še enkrat posvetovali z obema učiteljicama ter dokončno oblikovali slovensko verzijo vprašalnika.

Dijaki so reševali motivacijski vprašalnik trikrat: prvič pri prvi eksperimentalni uri, takoj za predpreizkusom znanja, drugič pri tretji eksperimentalni uri, takoj za učenjem in preizkusom znanja in tretjič po petih tednih skupaj s ponovnim preizkusom znanja. Za reševanje motivacijskega vprašalnika so imeli dijaki na voljo vsakič 10 minut. Pri tem so posamezno trditev vrednotili na lestvici od 1 do 7, pri čemer 1 pomeni "zame nikakor ne velja", 7 "zame povsem velja".

Motivacijski vprašalnik, ki ga sestavlja 31 vprašanj, preverja šest vidikov motivacije. Zaradi nizke zanesljivosti smo pri analizi izločili vidik, ki ocenjuje kontrolo, ki jo učenec čuti pri učenju. Tako smo v naši raziskavi upoštevali sledečih pet vidikov motivacije ocenjenih skupaj s 26 vprašanji:

1. notranja motivacija (notranja ciljna naravnanost) je ocenjena s štirimi vprašanji (vprašanja št. 1., 14., 19., 21.). Cronbachov α koeficient zanesljivosti za naš vzorec znaša: $\alpha = 0.65$,
2. zunanja motivacija (zunanja ciljna naravnanost) je ocenjena s tremi vprašanji (vprašanja št. 6, 9, 11). Zaradi nizke zanesljivosti smo pri tem vidiku motivacije iz originalnega vprašalnika, ki je obsegal štiri vprašanja, izločili eno vprašanje. Cronbachov α koeficient zanesljivosti za naš vzorec znaša: $\alpha = 0.52$,
3. pomembnost učenja je ocenjena s šestimi vprašanji (vprašanja št. 3, 8, 15, 20, 22, 23). Cronbachov α koeficient zanesljivosti za naš vzorec znaša: $\alpha = 0.90$,

4. samoučinkovitost je ocenjena z osmimi vprašanji (vprašanja št. 4, 5, 10, 13, 17, 18, 25, 26). Cronbachov α koeficient zanesljivosti za naš vzorec znaša: α = 0.79,
5. strah pred ocenjevanjem znanja je ocenjen s petimi vprašanji (vprašanja št. 2, 7, 12, 16, 24). Cronbachov α koeficient zanesljivosti za naš vzorec znaša: α = 0.57.

3.3.4 Vprašalnik o učnih stilih (Priloga G)

Učni stil dijakov smo ocenili s pomočjo prevedenega vprašalnika ang. »Index of Learning Styles Questionnaire- ILSQ«, avtorjev Solomanove in Felderja, ki smo ga pridobili s spleta (http://www.engr.ncsu.edu/felder-publics/ILSpage.html) in ga po dovoljenju avtorjev prevedli v slovenščino.

Vprašalnik obsega 44 vprašanj, po 11 za vsak sklop učnih stilov: vizualni in verbalni, zaporeden in celosten, aktiven in razmišljujoč ter čutni in intuitivni. Ker je v naši raziskavi predvsem pomemben vpliv vizualno-verbalnega učnega stila na uspešnost učenja in ker se je v kar nekaterih raziskavah pokazalo, da ostali učni stili nimajo večjega vpliva pri tem (Cook in sod., 2006), smo pri analizi rezultatov upoštevali le sklop trditev, ki ločijo med vizualnim in verbalnim učnim stilom. Zaradi slabe zanesljivosti na našem vzorcu smo med enajstimi trditvami izločili štiri, in sicer 3., 11., 23. in 27. trditve, tako da nam je ostalo sedem trditev (7., 15., 19., 31., 35., 39 in 43. trditev), Cronbachov α koeficient zanesljivosti za naš vzorec znaša: α = 0.52.

Dijaki so vprašalnik izpolnili pri naši prvi eksperimentalni uri, potem ko so rešili predpreizkus znanja in motivacijski vprašalnik. Zanj so imeli na voljo 10 minut. Učni stil smo določili tako, da smo pri vsaki od 7 trditev obkrožen odgovor točkovali z eno točko. Pri vsaki trditvi so dijaki zbirali med možnostjo a, ki pomeni vizualni tip in možnostjo b, ki pomeni verbalni tip. Tako smo pri vsaki trditvi dobili 1 točko, pod a ali pod b (npr. 7. trditev: a -1 točka, b -0 točk; 15. trditev: a - 0 točk, b - 1 točka). Odgovore a in odgovore b smo nato sešteli, nazadnje pa jih odšteli drug od drugega. Tako smo dobili razpon vrednosti: -1, 1, 3, 5, 6 in 7. Dijake, ki so imeli vrednosti -1 in 1, smo uvrstili med verbalne tipe, dijake, z vrednostima 3 in 5 med vizualno-verbalne tipe in dijake z vrednostima 6 in 7 med vizualne tipe. Zgradba našega vzorca je prikazana v preglednici 2.

3.3.5 Učna enota na temo izražanja genov

Pripravili smo učno enoto, ki zajema opis zgradbe in naloge različnih RNA molekul ter opis poteka transkripcije (prepisovanje) in translacije (prevajanje), ki skupaj predstavljata proces izražanja genov, pri čemer smo se osredotočili na potek tega procesa v prokariontski celici.

a) Za eksperimentalno skupino, ki se je učila izključno z besedilom, smo pripravili ključne vsebine opisane le z besedami, z izjemo vključene preglednice, ki je predstavljala genski kod (Priologa A). Besedilo smo sestavili na osnovi učbenika za gimnazije in srednje tehniške šole, avtorja Radovana Komela, z naslovom Genetika - Od dvojne vijačnice do kloniranja (2006), učbenika za gimnazije avtorjev Sama Krefta in Sonje Krapež z naslovom Genetika in evolucija (2006) in ameriškega učbenika avtorjev Solomon in sod., z naslovom Biology (1996). Dijaki so med učenjem v besedilu lahko podčrtali ključne besede ali/in si naredili kratke izpiske.

b) Za skupino, ki se je učila z besedilom in slikami smo besedilu prve skupine dodali ključne slike z opombami za ponazoritev opisanih struktur in procesov, zbranih iz vseh treh prej omenjenih učbenikov (Priloga B). Tudi v teh učnih pogojih so dijaki lahko v gradivu podčrtali ključne besede ali/in si naredili krajše izpiske.

c) Identičen material (Priloga B) smo pripravili za učitelje, ki so poučevali dijake v tretji eksperimentalni skupini, ki je bila deležna klasične frontalne učne ure, pri čemer je učitelj pred učenci risal potek posameznih procesov (tabelska slika). Dijaki so med razlago samoiniciativno delali zapiske.

d) Za četrto eksperimentalno skupino smo izdelali multimedijsko učno enoto s povzetkom ključnih vsebin in slikami, ki smo jih uporabili v skupini, ki se je učila z besedilom in slikami, pri čemer pa smo v predstavitev dodatno vključili dve animaciji, ki prikazujeta potek transkripcije (http://www.stolaf.edu/people/giannini/flashanimat/ molgenetics/transcription.swf) in translacije (http://www.biostudio.com/demo_freeman_protein_ synthesis.htm) (Priloga C). Obe animaciji sta bili vzeti s spleta in sta opremljeni z opombami v angleškem jeziku. Dijaki so se pri učenju z multimedijsko učno enoto razdelili v pare, saj je večina šol opremljena le z eno računalniško učilnico, ki je namenjena polovici dijakov enega razreda. Multimedijsko učno enoto so dijaki po potrebi lahko ustavili, jo pričeli od začetka in spet nadaljevali na želenem delu, prav tako tudi dodani animaciji. Zvok pri animacijah je bil izključen, saj je pripovedovalec povedal tisto, kar je bilo pri posameznih delih animacij podpisano in smo se s tem izognili podvajanju informacij.

3.4 POSTOPEK

Raziskava je bila izpeljana v šolskem letu 2007/2008, in sicer v jeseni od oktobra do novembra na Srednji zdravstveni šoli in Srednji šoli za farmacijo, kozmetiko in zdravstvo ter med marcem in aprilom na Gimnaziji Jožeta Plečnika Ljubljana in Biotehniškem izobraževalnem centru.

Najprej smo vodstva izbranih šol prosili za dovoljenje za opravljanje raziskave, učitelje, ki poučujejo biologijo pa za sodelovanje. Ko je bil določen vzorec dijakov, ki bodo sodelovali v raziskavi, smo pridobili pisna dovoljenja vseh sodelujočih dijakov, za še ne polnoletne dijake pa tudi dovoljenje staršev.

Raziskava je obsegala štiri eksperimentalne ure v vsakem izbranem razredu. V prvi uri smo dijake seznanili z namenom in potekom raziskave ter jim določili šifro (oznaka šole, razreda in zaporedna številka v redovalnici, npr. SŠFKZ4Fb10), ki so jo uporabili namesto podpisa pri reševanju vseh vprašalnikov in preizkusov znanja v raziskavi. V tej uri pa so dijaki reševali tudi predpreizkus znanja, s katerim smo ocenili njihovo predznanje s področja poznavanja zgradbe nukleinskih kislin in podvajanja DNA, ki je proces delno soroden procesu transkripcije pri izražanju genov. Za reševanje predpreizkusa so imeli dijaki na voljo 20 minut. Za njim je sledilo izpolnjevanje motivacijskega vprašalnika, za kar so imeli dijaki na voljo 10 minut in vprašalnika o učnih stilih, za kar je ostalo še približno 10 minut. Druga in tretja eksperimentala ura sta bili izvedeni čez en teden, in sicer ena za drugo (blok ura). V prvi uri so se dijaki v določenih pogojih (z besedilom, z besedilom in slikami, pri klasični učni uri ali z multimedijo) učili izražanja genov, za kar so imeli na voljo 45 minut skupaj z uvodnimi navodili. V njih jim je učiteljica razložila, da imajo na voljo eno šolsko uro, v kateri naj se skušajo naučiti in čim bolje razumeti proces izražanja genov, iz česar bodo v naslednji šolski uri tudi preverjeni. V vsaki izbrani šoli so sodelovali štirje razredi in vsak razred je bil naključno izbran, v katerih učnih pogojih bo potekalo učenje izražanja genov. Po 45 minutnem učenju je sledilo reševanje preizkusa znanja, za kar so imeli dijaki na voljo 35 minut, za tem pa ponovno izpolnjevanje motivacijskega vprašalnika, za kar je ostalo 10 minut časa. Četrta eksperimentalna ura je bila izvedena po petih tednih, ko smo želeli preveriti trajnost pridobljenega znanja in razumevanja izražanja genov. Tako so dijaki ponovno pisali preizkus znanja in izpolnili motivacijski vprašalnik, za kar so imeli na voljo skupaj 45 minut. Za dobo petih tednov smo se odločili na osnovi raziskav, v katerih so preverjali trajnost znanja po nekaj tednih (Miller in sod., 1999) do deset tednov in več po učenju (Rohrer in sod., 2005; Madden, 2006). Za vse dijake, vključene v raziskavo, smo zbrali tudi podatke o njihovem spolu, starosti ter zaključeni oceni pri biologiji in splošnem učnem uspehu v preteklem šolskem letu.

3.5 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Statistično obdelavo podatkov smo pričeli z analizo variance predpreizkusa znanja, in sicer z enosmerno analizo variance (ang. »One-way ANOVA«). Ker se je pokazala statistično pomembna razlika v predznanju med dijaki posameznih eksperimentalnih skupin, smo pri nadaljnji statistični obdelavi rezultate predpreizkusa znanja uporabili kot kovariat in izvedli

analizo kovariance (ang. »Univariate analysis of covariance - ANCOVA«). Za analizo najbolj osnovnih razlik med skupinami smo uporabili analizo kovariance s ponavljajočimi merjenji (ang. »Repeated measures ANCOVA«), za primerjavo rezultatov merjenih takoj po učenju in po petih tednih pa T-test (ang. »Paired-Samples T test«). Za analizo vpliva različnih spremenljivk na znanje in razumevanje ter motiviranost dijakov smo uporabili hierarhično regresijsko analizo (ang. »Linear regression«).

Analiza kovariance nam omogoča primerjavo rezultatov več skupin, ki si v izhodišču, v naši raziskavi pred učenjem, niso bile enake. Pri računanju kovariance uporabimo rezultate, na osnovi katerih se skupine razlikujejo kot kovariat, s čimer izločimo vpliv začetnih razlik med skupinami pri nadaljnjih analizah. Analiza kovariance s ponavljajočimi merjenji se uporablja, ko želimo primerjati skupine glede na rezultate, ki smo jih merili vsaj dvakrat. Po tej analizi dobimo primerjavo skupin glede na čas merjenja, glede na pogoje, po katerih se skupine razlikujejo in glede na oboje skupaj. S hierarhično regresijsko analizo ocenimo doprinos izbranih spremenljivk h končnemu rezultatu, ki ga merimo. Zato te spremenljivke imenujemo tudi napovedniki. Posamezne napovednike vnašamo v regresijsko analizo v več korakih. V naši raziskavi smo vnesli posamezne spremenljivke (predznanje oz. vstopna motivacija, spol, učni stil, načini učenja in motivacija po učenju) glede na to. v kakšnem zaporedju so napovedniki vplivali na kriterijsko spremenljivko (uspeh in motivacija).

4 REZULTATI

Pri analizi rezultatov se je pokazala statistično pomembna razlika v predznanju med posameznimi eksperimentalnimi skupinami ($F(3, 464) = 17.69$, $p < 0.001$). Bonferronijev Post-Hoc test je pokazal, da so imeli višje predznanje dijaki, ki so se učili z multimedijo in pri klasični uri, nižje pa dijaki, ki so se učili samo z besedilom in z besedilom in slikami, kar kaže preglednica 3.

Preglednica 3: Rezultati Bonferronijevega Post-Hoc testa primerjave posameznih eksperimentalnih skupin v rezultatih doseženih na predpreizkusu znanja.

Table 3: Results of Bonferroni Post-Hoc test comparing experimental groups considering their scores of the pretest.

	Primerjava parov eksperimentalnih skupin	MD (SE) df = 1
Rezultati predpreizkusa znanja	B-BS	0.15 (0.39)
	K-B	2.11 (0.40)***
	K-BS	2.26 (0.40)***
	K-M	0.28 (0.41)
	M-B	1.84 (0.39)***
	M-BS	1.98 (0.40)***

MD – povprečje razlik, SE – standardna napaka, df – stopnje svobode, p – statistična pomembnost razlik: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.
Oznake eksperimentalnih skupin: B – besedilo, BS – besedilo s slikami, K – klasična ura, M – multimedija.

Analizo podatkov, pridobljenih med našo raziskavo, smo zato nadaljevali z analizo kovariance, in sicer z analizo kovariance s ponavljajočimi merjenji, ki nam daje najbolj splošen vpogled na vplive različnih načinov učenja na rezultate na preizkusu znanja takoj po učenju in po petih tednih ter ločeno na znanje in njegovo trajnost ter na razumevanje in trajnost razumevanja. Analizo smo nadaljevali z analizo kovariance, rezultati katere so nam pokazali podrobnejše razlike med eksperimentalnimi skupinami v rezultatih na preizkusu znanja ter ločeno v znanju in razumevanju dijakov. Rezultate navajamo v preglednici 4. Z Bonferronijevim Post-Hoc testom, ki je del analize kovariance, smo med seboj podrobneje primerjali posamezne eksperimentalne skupine, rezultate katerega navajamo v preglednicah 5 in 6.

Preglednica 4: Analiza kovariance (M, SE, F vrednost in statistična pomembnost razlik) rezultatov na preizkusu znanja ter ločeno znanja in razumevanja dijakov, ki so se učili v različnih pogojih, merjenih takoj po učenju in ponovno po petih tednih.

Table 4: Results of analysis of covariance for the scores of the post test, of acquired knowledge and improved comprehension measured after learning in different instructional modes and again after five weeks.

Uspeh	EK-SK	Rezultati preizkusa znanja		Rezultati ponovnega preizkusa znanja		Znotraj skupin	Med skupinami	Interakcija
		M (SE)	F (3, 464)	M (SE)	F (3, 464)	F (df = 1)	F (df = 3)	F (df = 3)
Preizkus znanja	B	12.92 (0.51)	131.76***	15.98 (0.62)	26.20***	19.54***	63.50***	105.62***
	BS	25.71 (0.52)		19.42 (0.64)				
	K	20.27 (0.54)		16.93 (0.66)				
	M	24.72 (0.52)		23.27 (0.65)				
Znanje	B	9.69 (0.32)	136.09***	10.98 (0.39)	37.17***	10.52**	79.66***	58.69***
	BS	17.58 (0.33)		13.80 (0.40)				
	K	13.68 (0.34)		12.37 (0.41)				
	M	17.52 (0.33)		16.69 (0.41)				
Razu-mevanje	B	3.08 (0.23)	91.11***	4.79 (0.28)	11.16***	17.34***	34.48***	110.31***
	BS	7.97 (0.24)		5.40 (0.28)				
	K	6.77 (0.24)		4.81 (0.29)				
	M	7.35 (0.24)		6.78 (0.28)				

M – aritmetična sredina, SE – standardna napaka, F – F vrednost, df – stopnje svobode,
p – statistična pomembnost razlik: *** $p < 0.001$. ** $p < 0.01$
Oznake eksperimentalnih skupin (EKSK): B – besedilo, BS – besedilo s slikami, K – klasična ura, M – multimedija.

Osnovna analiza rezultatov (preglednica 4) je pokazala statistično pomembnost razlik med eksperimentalnimi skupinami tako v rezultatih na preizkusu znanja in ponovnem preizkusu znanja ($F(3, 464) = 63.50$, $p < 0.001$) kot tudi gledano posebej v znanju ($F(3, 464) = 79.66$, $p < 0.001$) in razumevanju ($F(3, 464) = 34.48$, $p < 0.001$). Prav tako se je statistično pomembna razlika pokazala med dijaki glede na čas merjenja uspeha – glede na rezultat, dosežen na preizkusu znanja in ponovnem preizkusu znanja ($F(1, 466) = 19.54$, $p < 0.001$), glede na pridobljeno znanje in njegovo trajnost ($F(1, 466) = 10.52$, $p < 0.01$) ter glede na pridobljeno razumevanje in trajnost razumevanja ($F(1, 466) = 17.34$, $p < 0.001$). In nenazadnje, statistično pomembne so tudi interakcije med časom merjenja in načinom učenja, tako v primeru rezultata, doseženega na preizkusu znanja ($F(1, 3) = 105.62$, $p < 0.001$) kot tudi posamič v primeru pridobljenega znanja ($F(1, 3) = 58.69$, $p < 0.001$) in razumevanja ($F(1, 3) = 110.31$, $p < 0.001$).

4.1 VPLIV MULTIMEDIJE PRI UČENJU GENETIKE NA REZULTATE NA PREIZKUSU ZNANJA TER LOČENO NA ZNANJE IN RAZUMEVANJE DIJAKOV

Analiza kovariance, rezultati katere so prikazani v preglednici 4 (stolpca 3 in 4, vrstica 2), je pokazala, da med dijaki posameznih eksperimentalnih skupin obstajajo statistično pomembne razlike v rezultatih, doseženih na preizkusu znanja ($F(3, 464) = 131.76$, $p < 0.001$). Zato smo analizo nadaljevali z Bonferronijevim Post-Hoc testom.

Preglednica 5: Rezultati Bonferronijevega Post-Hoc testa primerjave eksperimentalnih skupin v rezultatih na preizkusu znanja, v znanju in razumevanju.

Table 5: Results of Bonferroni Post-Hoc test comparing experimental groups considering their scores of the post test, and separately of acquired knowledge and improved comprehension.

Primerjava parov eksperimentalnih skupin	Preizkus znanja MD (SE) df = 1	Znanje MD (SE) df = 1	Razumevanje MD (SE) df = 1
M – K	4.45 (0.74)***	3.85 (0.47)***	0.57 (0.33)
M – B	11.80 (0.74)***	7.84 (0.46)***	4.26 (0.34)***
BS– K	5.43 (0.76)***	3.90 (0.48)***	1.20 (0.35)**
BS– B	12.79 (0.72)***	7.89 (0.46)***	4.89 (0.32)***
K – B	7.35 (0.75)***	3.99 (0.47)***	3.69 (0.35)***
M-BS	0.99 (0.75)	0.06 (0.47)	-0.63 (0.35)

MD – povprečje razlik, SE – standardna napaka, df – stopnje svobode, p – statistična pomembnost razlik: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.
Oznake eksperimentalnih skupin: B – besedilo, BS – besedilo s slikami, K – klasična ura, M – multimedija.

Bonferronijev Post-Hoc test za rezultate na preizkusu znanja, rezultati katerega so prikazani v preglednici 5 (stolpec 2), je pokazal, da obstajajo statistično pomembne razlike v rezultatih, doseženih na preizkusu znanja med vsemi skupinami dijakov, razen med skupino, ki se je učila z multimedijo in skupino, ki se je učila z besedilom in slikami. Tako dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami kot tisti, ki so se učili z multimedijo, so dosegli pomembno višji rezultat od dijakov, ki so se učili pri klasični uri in tistih, ki so se učili samo z besedilom. Prav tako so dijaki, ki so se učili pri klasični uri dosegli pomembno višji rezultat v primerjavi z dijaki, ki so se učili samo z besedilom.

Sledila je analiza rezultatov preizkusa znanja, in sicer tistega sklopa vprašanj, ki se nanaša na preverjanje pomnjenja podatkov, kar smo v nalogi označili kot znanje. Analiza kovariance, rezultati katere so navedeni v preglednici 4 (stolpca 3 in 4, vrstica 3), je pokazala, da med dijaki posameznih eksperimentalnih skupin obstajajo statistično pomembne razlike v znanju ($F(3, 464) = 136.09$, $p < 0.001$). Zato smo izvedli še Bonferronijev Post-Hoc test, rezultati katerega so podani v preglednici 5 (stolpec 3).

Bonferronijev Post-Hoc test je pokazal, da obstajajo statistično pomembne razlike v znanju med vsemi skupinami dijakov, razen med skupino, ki se je učila z multimedijo in skupino, ki se je učila z besedilom in slikami. Tako dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami kot tisti, ki so se učili z multimedijo so bili pomembno boljši v znanju od dijakov, ki so se učili pri klasični uri in tistih, ki so se učili samo z besedilom. Tudi dijaki, ki so se učili pri klasični uri so bili pomembno boljši od dijakov, ki so se učili samo z besedilom.

Nato je sledila še analiza rezultatov preizkusa znanja, in sicer tistega sklopa vprašanj, ki se nanaša na preverjanje razumevanja. Analiza kovariance (preglednica 4, stolpca 3 in 4, vrstica 4) je pokazala, da med dijaki posameznih eksperimentalnih skupin obstajajo statistično pomembne razlike v razumevanju ($F(3, 464) = 91.11$, $p < 0.001$). Za podrobnejšo analizo smo uporabili še Bonferronijev Post-Hoc test, rezultate katerega podajamo v preglednici 5 (stolpec 4). Bonferronijev Post-Hoc test je pokazal, da obstajajo statistično pomembne razlike v razumevanju le med določenimi skupinami dijakov. Tako so bili dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami kot tisti, ki so se učili z multimedijo in pri klasični uri pomembno boljši v razumevanju od dijakov, ki so se učili samo z besedilom. Tudi dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami so bili pomembno boljši od dijakov, ki so se učili pri klasični uri. Med dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami ter dijaki, ki so se učili z multimedijo pa ni bilo pomembnih razlik v razumevanju. Enako tudi med dijaki, ki so se učili z multimedijo in tistimi, ki so se učili pri klasični uri.

4.2 VPLIV MULTIMEDIJE PRI UČENJU GENETIKE NA REZULTATE NA PONOVNEM PREIZKUSU ZNANJA TER LOČENO NA TRAJNOST ZNANJA IN RAZUMEVANJA DIJAKOV

Po petih tednih smo s ponovnim preizkusom znanja preverili trajnost pridobljenega znanja in razumevanja med dijaki različnih eksperimentalnih skupin. Rezultate dijakov znotraj posameznih eksperimentalnih skupin navajamo v preglednici 4 (stolpec 5).

Analiza kovariance je pokazala, da med dijaki posameznih eksperimentalnih skupin obstajajo statistično pomembne razlike v rezultatih, doseženih na ponovnem preizkusu znanja ($F(3, 464) = 26.20$, $p < 0.001$). Zato smo izvedli še Bonferronijev Post-Hoc test, katerega rezultate navajamo v preglednici 6 (stolpec 2).

Preglednica 6: Rezultati Bonferronijevega Post-Hoc testa primerjave eksperimentalnih skupin v rezultatih na ponovnem preizkusu znanja, v trajnosti znanja in razumevanja.

Table 6: Results of Bonferroni Post-Hoc test comparing experimental groups considering their scores of the post test, the retention of acquired knowledge and improved comprehension.

Primerjava parov eksperimentalnih skupin	Ponovni preizkus znanja MD (SE) df = 1	Trajnost znanja MD (SE) df = 1	Trajnost razumevanja MD (SE) df = 1
M – BS	3.85 (0.92)***	2.89 (0.58)***	1.38 (0.41)**
M – K	6.34 (0.91)***	4.32 (0.58)***	1.98 (0.40)***
M – B	7.29 (0.91)***	5.71 (0.57)***	2.00 (0.41)***
BS – K	2.49 (0.93) *	1.43 (0.58)	0.60 (0.42)
BS – B	3.44 (0.88)***	2.82 (0.56)***	0.62 (0.38)
K - B	0.96 (0.92)	1.39 (0.57)	0.02 (0.41)

MD – povprečje razlik, SE – standardna napaka, df – stopnje svobode, p – statistična pomembnost razlik: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.
Oznake eksperimentalnih skupin: B – besedilo, BS – besedilo s slikami, K – klasična ura, M – multimedija.

Post-Hoc analiza je pokazala, da obstajajo statistično pomembne razlike v rezultatih, doseženih na ponovnem preizkusu znanja med vsemi skupinami dijakov, razen med skupino, ki se je učila pri klasični uri in skupino, ki se je učila samo z besedilom. Dijaki, ki so se učili z multimedijo, so dosegli pomembno višji rezultat na ponovnem preizkusu znanja v primerjavi z vsemi ostalimi dijaki. Pomembno višji rezultat so dosegli tudi dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami v primerjavi z dijaki, ki so se učili pri klasični uri in tistimi, ki so se učili samo z besedilom.

Sledila je analiza kovariance rezultatov ponovnega preizkusa znanja, in sicer tistega sklopa vprašanj, ki preverja poznavanje podatkov - znanje. Analiza kovariance je pokazala, da med dijaki posameznih eksperimentalnih skupin obstajajo statistično pomembne razlike v znanju na ponovnem preizkusu znanja ($F(3, 464) = 37.17$, $p < 0.001$). Zato smo izvedli še Bonferronijev Post-Hoc test. Post-Hoc analiza, rezultate katere navajamo v preglednici 6 (stolpec 3), je pokazala, da obstajajo statistično pomembne razlike v znanju na ponovnem preizkusu znanja le med določenimi skupinami dijakov. Dijaki, ki so se učili z multimedijo, so bili pomembno boljši v znanju na ponovnem preizkusu znanja v primerjavi z vsemi ostalimi dijaki. Pomembno boljši so bili tudi dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami v primerjavi z dijaki, ki so se učili samo z besedilom. Med dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami in tistimi, ki so se učili pri klasični uri pa ni bilo pomembnih razlik. Enako tudi med dijaki, ki so se učili pri klasični uri in tistimi, ki so se učili samo z besedilom.

Sledila je analiza kovariance rezultatov ponovnega preizkusa znanja, in sicer tistega sklopa vprašanj, ki preverja razumevanje. Analiza kovariance je pokazala, da med dijaki posameznih eksperimentalnih skupin obstajajo statistično pomembne razlike v razumevanju na ponovnem preizkusu znanja ($F(3, 464) = 11.16$, $p < 0.001$). Zato smo izvedli še Bonferronijev Post-Hoc test, rezultate katerega navajamo v preglednici 6 (stolpec 4). Post-Hoc analiza je pokazala, da obstajajo statistično pomembne razlike v razumevanju na ponovnem preizkusu znanja med dijaki, ki so se učili z multimedijo in ostalimi dijaki. Dijaki, ki so se učili z multimedijo so bili po petih tednih boljši v razumevanju tako v primerjavi z dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami, kot dijaki, ki so se učili pri klasični uri in tistimi, ki so se učili samo z besedilom. Med slednjimi tremi skupinami dijakov v razumevanju ni bilo statistično pomembnih razlik.

4.2.1 Primerjava rezultatov preizkusa znanja in ponovnega preizkusa znanja dijakov različnih eksperimentalnih skupin

Ker smo želeli preveriti tudi statistično pomembnost razlik v rezultatih dijakov, doseženih na preizkusu znanja in ponovnem preizkusu znanja znotraj posameznih eksperimentalnih skupin, smo v ta namen izvedli T-test, rezultate katerega navajamo v preglednici 7.

Preglednica 7: Rezultati T-testa primerjave rezultatov dijakov na preizkusu znanja in ponovnem preizkusu znanja po petih tednih znotraj posameznih eksperimentalnih skupin.

Table 7: Results of T-test comparing experimental groups considering their scores on the post test measured after learning and again after five weeks.

Eksperimentalna skupina	Preizkus znanja – Ponovni preizkus znanja	Povprečje razlik (SD)	t (df = 1)
Besedilo (n = 124)	Celoten preizkus znanja	-3.01 (3.86)	-8.67 (123)***
	Znanje	-1.28 (2.74)	-5.21 (123)***
	Razumevanje	-1.73 (1.88)	-10.25 (123)***
Besedilo s slikami (n = 117)	Celoten preizkus znanja	6.34 (6.37)	10.77 (116)***
	Znanje	3.79 (4.36)	9.41 (116)***
	Razumevanje	2.55 (2.64)	10.43 (116)***
Klasična ura (n = 112)	Celoten preizkus znanja	3.28 (3.05)	11.36 (111)***
	Znanje	1.29 (2.49)	5.46 (111)***
	Razumevanje	1.99 (1.66)	12.71 (111)***
Multimedija (n = 115)	Celoten preizkus znanja	1.40 (2.18)	6.88 (114)***
	Znanje	0.82 (1.59)	5.50 (114)***
	Razumevanje	0.58 (1.48)	4.22 (114)***

SD – standardna deviacija, t – t vrednost, df – stopnje svobode, p – statistična pomembnost razlik: *** $p < 0.001$, **$p < 0.01$, *$p < 0.05$

Iz preglednice 7 lahko razberemo, da so rezultati na preizkusu znanja statistično pomembno višji kot na ponovnem preizkusu znanja čez pet tednov v vseh eksperimentalnih skupinah, razen v skupini, ki se je učila samo z besedilom. Enako velja gledano posebej za znanje in razumevanje, ki so ga pokazali dijaki različnih eksperimentalnih skupin pri reševanju preizkusa znanja in ponovnega preizkusa znanja.

4.3 VPLIV MULTIMEDIJE PRI UČENJU GENETIKE NA MOTIVIRANOST DIJAKOV ZA UČENJE TER TRAJNOST NJIHOVE MOTIVACIJE

Poleg znanja in razumevanja snovi, smo v naši raziskavi spremljali tudi motiviranost dijakov za učenje genetike, in sicer pet vidikov njihove motivacije: notranjo in zunanjo motivacijo, občutek o pomembnosti učenja genetike, samoučinkovitost pri učenju genetike in strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike, kar smo merili pred učenjem (vstopna motivacija), takoj po učenju in ponovno po petih tednih (končna motivacija).

Ker so se pri analizi vstopne motivacije v treh od petih vidikov pokazale statistično pomembne razlike med dijaki različnih eksperimentalnih skupin (notranja motivacija: $F(3, 464) = 4.72$, $p < 0.01$; pomembnost učenja: $F(3, 464) = 9.67$, $p < 0.001$; samoučinkovitost: $F(3, 464) = 42.68$, $p < 0.001$), smo v nadaljnjih analizah motivacije dijakov za učenje genetike uporabili vstopno motivacijo kot kovariat in analize izvedli s pomočjo analize kovariance.

Preglednica 8: Analiza kovariance (M, SE, F vrednost in statistična pomembnost razlik) različnih vidikov motivacije dijakov, ki so se učili v različnih pogojih, merjene takoj po učenju in ponovno po petih tednih (končna motivacija).

Table 8: Results of analysis of covariance for the motivation measured after learning in different instructional modes and again after five weeks.

Vidiki moti-vacije	EK-SK	Rezultati motivacije takoj po učenju		Rezultati končne motivacije		Znotraj skupin	Med skupinami	Inter-akcija
		M (SE)	F (df = 3, 464)	M (SE)	F (df = 3, 464)	F (df = 1)	F (df = 3)	F (df = 3)
NM	B	16.85 (0.35)	25.22 ***	15.49 (0.33)	3.84 *	9.30**	15.71***	12.93***
	BS	16.71 (0.37)		15.37 (0.34)				
	K	13.58 (0.37)		14.36 (0.35)				
	M	13.57 (0.37)		14.17 (0.35)				
ZM	B	15.75 (0.29)	7.71 ***	15.54 (0.29)	93.87 ***	15.10***	111.17***	19.08***
	BS	15.89 (0.30)		15.67 (0.30)				
	K	14.27 (0.30)		10.39 (0.31)				
	M	14.54 (0.30)		10.75 (0.30)				
PUG	B	23.21 (0.51)	13.60 ***	23.42 (0.54)	9.04 ***	7.97**	16.27***	0.19
	BS	23.02 (0.52)		23.35 (0.56)				
	K	19.62 (0.54)		20.26 (0.57)				
	M	19.81 (0.53)		20.60(0.60)				
SUG	B	35.08 (0.79)	0.13	41.07 (0.91)	54.95 ***	7.20**	34.46***	28.76***
	BS	35.92 (0.81)		40.75 (0.94)				
	K	34.58 (0.84)		27.34 (0.97)				
	M	35.13 (0.81)		28.22 (0.94)				
SO-ZG	B	18.18 (0.48)	1.27	19.25 (0.39)	1.37	25.30***	2.26	0.36
	BS	18.07 (0.49)		19.14 (0.40)				
	K	17.82 (0.51)		18.35 (0.41)				
	M	16.95 (0.50)		18.42 (0.41)				

M – aritmetična sredina, SE – standardna napaka, F – F vrednost, df – stopnje svobode,
p – statistična pomembnost razlik: *** $p < 0.001$. ** $p < 0.01$
EKSK – eksperimentalne skupine: B – besedilo, BS – besedilo s slikami, K – klasična ura, M – multimedija.
NM – notranja motivacija, ZM – zunanja motivacija, PUG – pomembnost učenja genetike,
SUG – samoučinkovitost pri učenju genetike, SOZG – strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike.

Kot lahko razberemo iz preglednice 8, je analiza rezultatov pokazala statistično pomembnost razlik med dijaki glede na čas merjenja (motivacija takoj po učenju in končna motivacija po petih tednih) notranje motivacije ($F(1, 466) = 9.30$, $p < 0.01$), zunanje motivacije ($F(1, 466) = 15.10$, $p < 0.001$), pomembnosti učenja genetike ($F(1, 466) = 7.97$, $p < 0.01$), samoučinkovitosti pri učenju genetike ($F(1, 466) = 7.20$, $p < 0.01$) in strahu pred

ocenjevanjem znanja iz genetike ($F(1, 466) = 25.30$, $p < 0.001$). Prav tako se je pri večini vidikov motivacije pokazala statistično pomembna razlika glede na način učenja, in sicer pri notranji motivaciji ($F(3, 464) = 15.71$, $p < 0.001$), zunanji motivaciji ($F(3, 464) = 111.17$, $p < 0.001$), pomembnosti učenja genetike ($F(3, 464) = 16.27$, $p < 0.001$) in samoučinkovitosti pri učenju genetike ($F(3, 464) = 34.46$, $p < 0.001$). Pri merjenju strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike niti pri prvem niti pri drugem merjenju ni bilo statistično pomembnih razlik upoštevajoč način učenja. Nenazadnje, statistično pomembna je tudi interakcija med časom merjenja in načinom učenja pri notranji motivaciji ($F(1, 3) = 12.93$, $p < 0.001$), zunanji motivaciji ($F(1, 3) = 19.08$, $p < 0.001$) in samoučinkovitosti pri učenju genetike ($F(1, 3) = 28.76$, $p < 0.001$). V pomembnosti učenja genetike in v strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike v tem pogledu ni statistično pomembnih razlik med eksperimentalnimi skupinami. Pri strahu pred ocenjevanjem znanja omenjamo izjemo, in sicer skupino, ki se je učila z multimedijo, pri kateri je prišlo do manjšega porasta strahu v času od prvega do drugega merjenja, kar bomo videli pri podrobnejši analizi rezultatov motivacije v nadaljevanju. Zato je tudi statistična pomembnost razlik med skupinami v tem primeru nepomembna, a mejna ($p = 0.08$).

Analiza kovariance motivacije dijakov takoj po učenju, katere rezultate navajamo v preglednici 8 (stolpca 3 in 4), je pokazala, da je prišlo do statistično pomembnih razlik med dijaki različnih eksperimentalnih skupin pri treh od petih vidikih motivacije takoj po učenju, in sicer v primeru notranje in zunanje motivacije ter v primeru pomembnosti učenja genetike za dijake. Podrobnejša analiza z Bonferronijevim Post-Hoc testom je pokazala, da je prišlo do statistično pomembnih razlik le med določenimi dijaki, kar je razvidno iz preglednice 9.

Preglednica 9: Rezultati Bonferronijevega Post-Hoc testa primerjave eksperimentalnih skupin v različnih vidikih motivacije dijakov za učenje genetike takoj po učenju in po petih tednih (končna motivacija).

Table 9: Results of Bonferroni Post-Hoc test comparing experimental groups considering their motivation measured after learning in different instructional modes and again after five weeks.

Vidiki motivacije	Primerjava parov eksperimentalnih skupin	Rezultati motivacije takoj po učenju	Rezultati končne motivacije
		MD (SE); df = 1	MD (SE); df = 1
Notranja motivacija	M - K	-0.01 (0.52)	-0.19 (0.49)
	M – B	-3.28 (0.51)***	-1.31 (0.48)*
	M - BS	-3.14 (0.52)***	-1.20 (0.49)
	BS – B	-0.14 (0.51)	-0.12 (0.48)
	BS - K	3.13 (0.53)***	1.01 (0.49)
	B - K	3.27 (0.52)***	1.13 (0.49)
Zunanja motivacija	M – K	0.27 (0.42)	0.37 (0.43)
	M – B	-1.21 (0.41)*	-4.78 (0.42)***
	M - BS	-1.34 (0.42)**	-4.92 (0.43)***
	BS – B	0.14 (0.41)	0.14 (0.42)
	BS - K	1.61 (0.42)**	5.29 (0.43)***
	B - K	1.48 (0.42)**	5.15 (0.42)***
Pomembnost učenja genetike	M – K	0.20 (0.75)	0.34 (0.79)
	M – B	-3.40 (0.73)***	-2.82 (0.78)**
	M - BS	-3.21 (0.75)***	-2.75 (0.80)**
	BS – B	-0.19 (0.72)	-0.07 (0.77)
	BS - K	3.40 (0.76)***	3.08 (0.81)**
	B - K	3.60 (0.74)***	3.16 (0.79)***
Samoučinkovitost pri učenju genetike	M – K	0.55 (1.13)	0.88 (1.31)
	M – B	0.06 (1.12)	-12.84 (1.34)***
	M - BS	-0.16 (1.17)	-12.53(1.36)***
	BS – B	0.22 (1.09)	-0.32 (1.27)
	BS - K	0.71 (1.21)	13.41 (1.40)***
	B - K	0.50 (1.19)	13.72 (1.38)***
Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike	M – K	-0.87 (0.71)	0.08 (0.58)
	M – B	-1.23 (0.70)	-0.83 (0.56)
	M - BS	-1.12 (0.70)	-0.71 (0.57)
	BS – B	-0.12 (0.69)	-0.12 (0.56)
	BS - K	0.25 (0.71)	0.79 (0.58)
	B - K	0.37 (0.70)	0.90(0.57)

MD – povprečje razlik, SE – standardna napaka, df – stopnje svobode, p – statistična pomembnost razlik: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.
Oznake eksperimentalnih skupin: B – besedilo, BS – besedilo s slikami, K – klasična ura, M – multimedija.

Iz preglednice 9 (stolpec 3) lahko vidimo, da se je statistično pomembna razlika v notranji in zunanji motivaciji ter v pomembnosti učenja genetike pokazala med dijaki, ki so se učili samo z besedilom in z besedilom in slikami na eni strani, ter dijaki, ki so se učili z multimedijo in pri klasični uri na drugi strani. V omenjenih treh vidikih motivacije so bili višje motivirani dijaki, ki so se učili samo z besedilom in tisti, ki so se učili z besedilom in slikami.

Ker nas je v naši raziskavi zanimal vpliv multimedije in drugih načinov učenja tudi na trajnost motivacije, smo le-to ponovno izmerili po petih tednih po učenju. Dobljene podatke smo analizirali z analizo kovariance, katere rezultate navajamo v preglednici 8 (stolpca 5 in 6). Do statistično pomembnih razlik med dijaki različnih eksperimentalnih skupin je prišlo pri štirih od petih vidikov motivacije, in sicer v notranji in zunanji končni motivaciji, v pomembnosti učenja genetike in v samoučinkovitosti pri učenju genetike po petih tednih Nadaljnja analiza z Bonferronijevim Post-Hoc testom je dala rezultate, ki jih navajmo v preglednici 9 (stolpec 4). Statistična pomembnost razlik se je pri vprašanju končne notranje motivacije pokazala le med dijaki, ki so se učili z multimedijo in tistimi, ki so se učili samo z besedilom. Slednji so imeli višjo notranjo motivacijo tako takoj po učenju kot tudi po petih tednih. Pri vprašanju zunanje motivacije in pomembnosti učenja genetike je stanje po petih tednih ostalo enako kot pri merjenju takoj po učenju: višjo motivacijo so pokazali dijaki, ki so se učili samo z besedilom in z besedilom in slikami v primerjavi z ostalimi dijaki. Po petih tednih se je v primerjavi z merjenjem motivacije takoj po učenju, dodatno pokazala statistična pomembnost razlik med dijaki pri občutku samoučinkovitosti pri učenju genetike: tudi v tem vidiku so višjo motivacijo pokazali dijaki, ki so se učili samo z besedilom in z besedilom in slikami v primerjavi z dijaki, ki so se učili z multimedijo in pri klasični uri.

4.3.1 Primerjava različnih vidikov motivacije dijakov za učenje genetike takoj po učenju in po petih tednih

Ker nas je zanimalo, kaj se je dogajalo z motivacijo dijakov v času takoj po učenju do ponovnega merjena po petih tednih, smo s pomočjo T-testa izvedli primerjavo motiviranosti dijakov znotraj posameznih eksperimentalnih skupin, ki smo jo izmerili takoj po izvedeni eksperimentalni uri in nato po petih tednih. Rezultati T-testa so prikazani v preglednici 10.

Preglednica 10: Rezultati T-testa primerjave motivacije dijakov takoj po učenju in po petih tednih (končna motivacija) znotraj posameznih eksperimentalnih skupin.

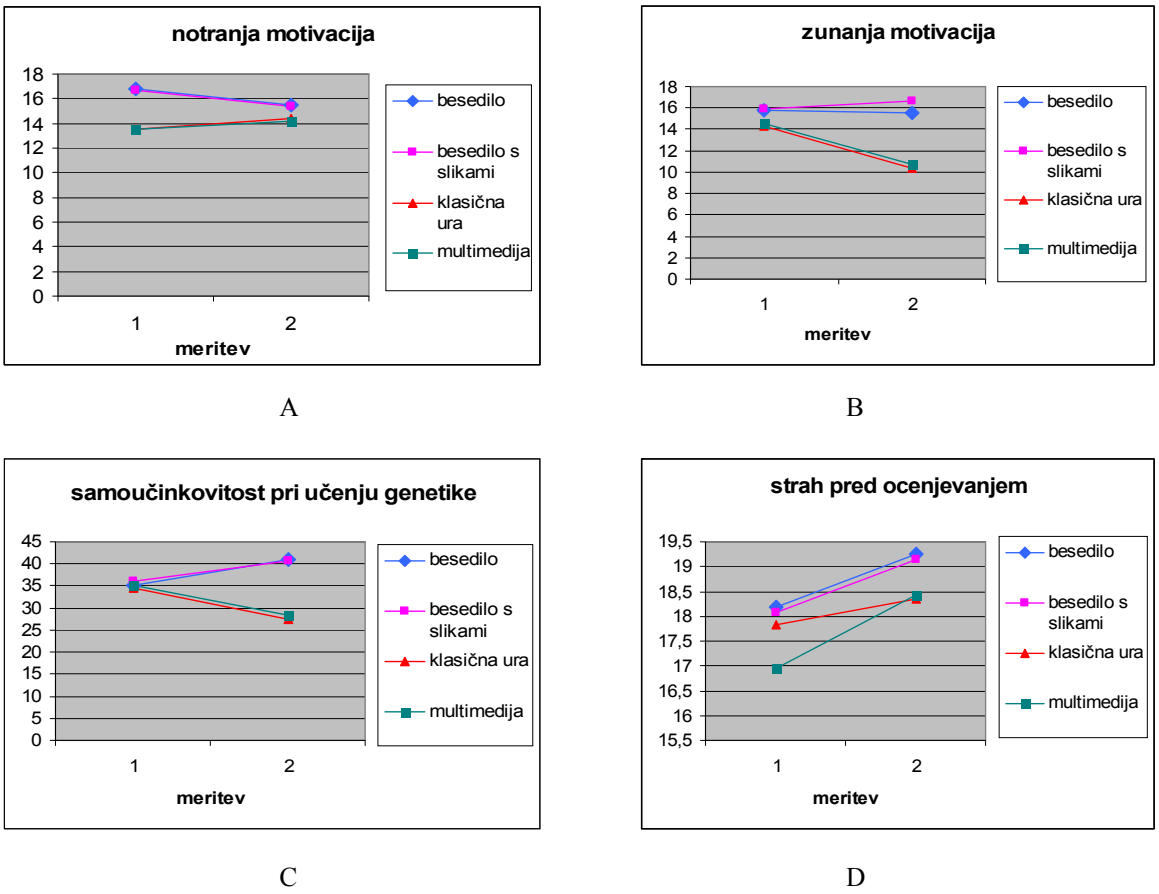
Table 10: Results of T-test comparing experimental groups considering their motivation measured after learning and again after five weeks.

Eksperimentalna skupina	Motivacija takoj po učenju – Končna motivacija	Povprečje razlik (SD)	t (df = 1)
Besedilo (n = 124)	Notranja motivacija	1.45 (3.15)	5.14***
	Zunanja motivacija	0.19 (5.86)	0.35
	Pomembnost učenja genetike	-0.06 (7.29)	-0.10
	Samoučinkovitost pri učenju genetike	-5.11 (15.11)	-3.77***
	Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike	-1.10 (8.21)	-1.50
Besedilo s slikami (n = 117)	Notranja motivacija	1.44 (3.11)	5.02***
	Zunanja motivacija	0.21 (5.80)	0.38
	Pomembnost učenja genetike	-0.12 (7.07)	-0.18
	Samoučinkovitost pri učenju genetike	-4.52 (15.23)	-3.21**
	Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike	-1.12 (8.17)	-1.48
Klasična ura (n = 112)	Notranja motivacija	-0.90 (3.91)	-2.44*
	Zunanja motivacija	3.89 (4.79)	8.60***
	Pomembnost učenja genetike	-0.88 (5.80)	-1.60
	Samoučinkovitost pri učenju genetike	6.07 (10.87)	5.91***
	Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike	-0.41 (5.57)	-0.78
Multimedija (n = 115)	Notranja motivacija	-0.69 (3.85)	-1.92
	Zunanja motivacija	3.82 (4.93)	8.31***
	Pomembnost učenja genetike	-0.92 (5.82)	-1.70
	Samoučinkovitost pri učenju genetike	6.15 (11.30)	5.84***
	Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike	-1.50 (5.35)	-3.00**

SD – standardna deviacija, t – t vrednost, df – stopinje svobode, p – statistična pomembnost razlik: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Kot lahko vidimo iz preglednice 10, je do statistično pomembnih razlik znotraj posameznih eksperimentalnih skupin prišlo le v primeru nekaterih vidikov motivacije. V primeru skupine, ki se je učila samo z besedilom, je notranja motivacija po petih tednih statistično pomembno padla, a občutek samoučinkovitosti pri učenju genetike je v tem času statistično pomembno narastel. Enak rezultat se je pokazal tudi pri dijakih, ki so se učili z besedilom in slikami. Tudi pri njih je po petih tednih notranja motivacija upadla, občutek samoučinkovitosti pri učenju genetike pa je narastel. V eksperimentalni skupini, ki se je učila pri klasični uri je notranja motivacija po petih tednih statistično pomembno narasla, zunanja motivacija in občutek samoučinkovitosti pri učenju genetike pa sta v tem času statistično pomembno padla. V eksperimentalni skupini, ki se je učila z multimedijo sta zunanja motivacija in občutek samoučinkovitosti pri učenju genetike statistično pomembno

padla, strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike pa je po petih tednih statistično pomembno narasel. Rezultate kaže slika 4.



Slika 4: Motivacija dijakov, ki so se učili v različnih pogojih takoj po učenju (meritev 1) in po petih tednih (meritev 2).

Figure 4: Students´ motivation measured after learning in different instructional modes (measure 1) and again after five weeks (measure 2).

Legenda: A – notranja motivacija, B – zunanja motivacija, C – samoučinkovitost pri učenju genetike, D – strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike.

Če povzamemo rezultate analize motiviranosti dijakov, ki so prikazani v preglednicah 8-10 in na sliki 4, vidimo, da je notranja motivacija po petih tednih v skupini, ki se je učila samo z besedilom in skupini, ki se je učila z besedilom in slikami pomembno padla, v skupini, ki se je učila pri klasični uri narasla, v skupini, ki se je učila z multimedijo pa se ni pomembno spremenila. Zunanja motivacija je po petih tednih ostala enaka v skupini, ki se je učila samo z besedilom in skupini, ki se je učila z besedilom in slikami, padla v skupini, ki se je učila pri klasični uri in skupini, ki se je učila z multimedijo. Občutek o pomembnosti učenja genetike se po petih tednih v nobeni eksperimentalni skupini ni statistično pomembno spremenil (zato ni grafičnega prikaza). Občutek samoučinkovitosti

pri učenju genetike je po petih tednih narasel v skupini, ki se je učila samo z besedilom in skupini, ki se je učila z besedilom in slikami, padel pa v skupini, ki se je učila pri klasični uri in skupini, ki se je učila z multimedijo. Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike se je po petih tednih spremenil le v skupini, ki se je učila z multimedijo, in sicer je v tem času narastel, a je pomembnost spremembe na meji.

4.4 VPLIV PREDZNANJA, SPOLA, UČNEGA STILA IN NAČINA UČENJA NA REZULTATE NA PREIZKUSU ZNANJA TER LOČENO NA ZNANJE IN RAZUMEVANJE DIJAKOV

Za analizo vpliva različnih neodvisnih spremenljivk na rezultate preizkusa znanja in ponovnega preizkusa znanja ter ločeno na znanje in razumevanje dijakov ter njuno trajnost smo uporabili hierarhično regresijsko analizo. V prvem koraku smo v regresijsko analizo vnesli kovariat - predznanje dijakov, v drugem koraku značilnosti dijakov (spol in učni stil), v tretjem koraku pa način učenja. Pri tem smo oblikovali tri začasne spremenljivke (ang. »dummy variable«), ki primerjajo rezultate skupine, ki se je učila z multimedijo z vsemi ostalimi skupinami: multimedija - besedilo, multimedija - besedilo s slikami in multimedija - klasična ura. Tako so pri izračunu vpliva načina učenja v preglednicah navedeni rezultati primerjav skupine, ki se je učila z multimedijo z ostalimi tremi eksperimentalnimi skupinami.

Na enak način smo analizirali tudi vpliv vstopne motivacije (1. korak), značilnosti dijakov (spol in učni stil, 2. korak) in način učenja (3. korak) na različne vidike motiviranosti dijakov takoj po učenju in po petih tednih, kjer smo upoštevali še motivacijo takoj po učenju (4. korak). V nadaljevanju navajamo rezultate analiz po posameznih sklopih.

Najprej smo analizirali vpliv različnih spremenljivk na rezultat na preizkusu znanja ter ločeno na znanje in razumevanje dijakov takoj po učenju v različnih pogojih. Rezultate navajamo v preglednici 11.

Preglednica 11: Predznanje, značilnosti dijakov (spol in učni stil) ter način učenja kot napovedniki rezultata na preizkusu znanja ter ločeno znanja in razumevanja izmerjenih takoj po učenju. Rezultati hierarhične regresijske analize (N = 468).

Table 11: Prior knowledge, students´ characteristics (gender, learning style) and instructional modes as predictors of the students´ scores of the post test measured after learning and separately of the acquired knowledge and improved comprehension. Results of hierarchic regression (N = 468).

Spremenljivke	Preizkus znanja			Znanje			Razumevanje		
	B	SE B	β	B	SE B	β	B	SE B	β
1. korak:									
predznanje	0.85	0.11	.34***	0.74	0.10	.33***	0.74	0.12	.27***
2. korak:									
predznanje	0.80	0.11	.32***	0.71	0.10	.31***	0.69	0.12	.26***
spol	0.82	0.73	.05	0.53	0.47	0.05	0.34	0.30	.05
učni stil	-0.37	0.15	-.11*	-0.12	0.10	-.05	-0.26	0.06	-.19***
3. korak:									
predznanje	0.67	0.08	.27***	0.64	0.08	.29***	0.40	0.10	.15***
spol	1.02	0.54	.06	0.67	0.35	.07	0.37	0.23	.06
učni stil	-0.37	0.11	-.11**	-0.11	0.07	-.05	-0.27	0.05	-.20***
besedilo	-11.89	0.72	-.66***	-7.88	0.46	-.68***	-4.29	0.33	-.58***
besedilo s slikami	0.90	0.74	.05	0.01	0.47	.00	0.61	0.33	.08
klasična ura	-4.46	0.73	-.24***	-3.86	0.47	-.32***	-0.58	0.32	-.08

Celoten preizkus znanja 1:
1. korak: $R^2 = .12$; 2. korak: $R^2 = .13$ ($\Delta R^2 = .02$*); 3. korak: $R^2 = .54$ ($\Delta R^2 = .41$***)
Znanje:
1. korak: $R^2 = .11$; 2. korak: $R^2 = .12$ ($\Delta R^2 = .01$); 3. korak: $R^2 = .53$ ($\Delta R^2 = .42$***)
Razumevanje:
1. korak: $R^2 = .07$; 2. korak: $R^2 = .12$ ($\Delta R^2 = .05$***); 3. korak: $R^2 = .46$ ($\Delta R^2 = .34$***)

B – beta koeficient ; SE – standardna napaka; β – standardizirani beta koeficient; R^2 – koeficient determinacije; ***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

Kot lahko razberemo iz preglednice 11 in opomb pod njo, vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance rezultatov dijakov na celotnem preizkusu znanja. Predznanje dijakov pojasni 12 % variance končnega rezultata, značilnosti dijakov (spol in učni stil) pojasnijo samo 2 % dodatne variance. Najboljši napovednik rezultatov na preizkusu znanja je način učenja, ki poleg predznanja in značilnosti dijakov pojasni še 41 % dodatne variance rezultatov dijakov na preizkusu znanja.

Predznanje je pozitivni napovednik rezultatov na preizkusu znanja: dijaki z višjim predznanjem bodo dosegli boljši rezultat na preizkusu znanja. Učni stil je nizek negativen napovednik rezultatov na preizkusu znanja. Ker je bila distribucija rezultatov na preizkusu učnih stilov pomaknjena v desno, to pomeni, da bodo boljše rezultate dosegali tisti dijaki, ki imajo neizrazit učni stil, oz. tisti dijaki, ki so v enaki meri izbirali vizualni in verbalni učni stil. Rezultati analize vpliva načina učenja pa kažejo, da sta učenje s pomočjo besedila

in klasičen način učenja negativna napovednika rezultatov. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način, dosegli pomembno nižje rezultate na preizkusu znanja kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. Spol dijakov in učenje z besedilom in slikami nista pomembna napovednika rezultatov na preizkusu znanja. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 54 % rezultatov dijakov na preizkusu znanja.

V preglednici 11 lahko vidimo tudi, da vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance znanja kot del preizkusa znanja. Predznanje dijakov pojasni 11 % variance znanja, značilnosti dijakov (spol in učni stil) pa samo 1 % dodatne variance. Najboljši napovednik znanja je način učenja, ki poleg predznanja in značilnosti dijakov pojasni dodatnih 42 % variance znanja dijakov.
Predznanje je pozitivni napovednik znanja, kar pomeni, da bodo dijaki z višjim predznanjem dosegli višje znanje pri reševanju preizkusa znanja. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da sta učenje s pomočjo besedila in klasičen način učenja negativna napovednika znanja. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način, dosegli pomembno nižje znanje kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. Spol dijakov, učni stil in učenje z besedilom in slikami pa niso pomembni napovedniki znanja. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 53 % znanja dijakov.

V preglednici 11 lahko vidimo tudi, da vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance razumevanja kot del preizkusa znanja. Predznanje dijakov pojasni 7 % variance razumevanja, značilnosti dijakov (spol in učni stil) pa 5 % dodatne variance. Najboljši napovednik razumevanja je način učenja, ki poleg predznanja in značilnosti dijakov pojasni še 34 % dodatne variance razumevanja dijakov.
Predznanje je pozitivni napovednik razumevanja, kar pomeni, da bodo dijaki z višjim predznanjem pokazali višje razumevanje pri reševanju preizkusa znanja. Učni stil je negativen napovednik razumevanja, to pomeni, da bodo višje razumevanje pokazali tisti dijaki, ki imajo neizrazit učni stil. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da je učenje s pomočjo besedila negativni napovednik razumevanja. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način, dosegli pomembno nižje rezultate kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. Spol dijakov, učenje z besedilom in slikami ter klasični način učenja niso pomembni napovedniki razumevanja. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 46 % razumevanja dijakov.

4.5 VPLIV PREDZNANJA, SPOLA, UČNEGA STILA IN NAČINA UČENJA NA REZULTATE NA PONOVNEM PREIZKUSU ZNANJA TER LOČENO NA TRAJNOST ZNANJA IN RAZUMEVANJA DIJAKOV

Sledila je analiza vpliva različnih spremenljivk na rezultate na ponovnem preizkusu znanja po petih tednih po učenju ter ločeno na trajnost znanja in razumevanja dijakov. Rezultate navajamo v preglednici 12.

Preglednica 12: Predznanje, značilnosti dijakov (spol in učni stil) ter način učenja kot napovedniki rezultata na ponovnem preizkusu znanja ter ločeno trajnosti znanja in razumevanja izmerjenih po petih tednih po učenju. Rezultati hierarhične regresijske analize (N = 468).

Table 12: Prior knowledge, students´ characteristics (gender, learning style) and instructional modes as predictors of the students´ scores of the post test measured after five weeks after learning and separately of the retention of acquired knowledge and improved comprehension. Results of hierarchic regression (N = 468).

Spremenljivke	Ponoven preizkus znanja			Trajnost znanja			Trajnost razumevanja		
	B	SE B	β	B	SE B	β	B	SE B	β
1. korak:									
predznanje	0.87	0.11	.35***	0.79	0.10	.35***	0.52	0.12	.20***
2. korak:									
predznanje	0.80	0.11	.33***	0.72	0.10	.32***	0.49	0.12	.19***
spol	2.08	0.71	.13**	1.01	0.47	0.10*	1.10	0.30	.17***
učni stil	-0.42	0.15	-.13**	-0.23	0.10	-.11*	-0.20	0.06	-.16**
3. korak:									
predznanje	0.69	0.10	.28***	0.64	0.09	.28***	0.37	0.12	.14**
spol	2.34	0.65	.15***	1.21	0.42	.12**	1.16	0.28	.18***
učni stil	-0.41	0.14	-.12**	-0.22	0.09	-.10*	-0.20	0.06	-.15**
besedilo	-7.49	0.88	-.42***	-5.79	0.56	-.50***	-2.06	0.39	-.29***
besedilo s slikami	-4.05	0.90	-.22***	-2.98	0.57	-.25***	-1.44	0.40	-.20***
klasična ura	-6.39	0.88	-.35***	-4.34	0.57	-.36***	-2.01	0.38	-.27***

Celoten ponoven preizkus znanja :
1. korak: $R^2 = .13$; 2. korak: $R^2 = .17$ ($\Delta R^2 = .04$***); 3. korak: $R^2 = .30$ ($\Delta R^2 = .13$***)
Znanje:
1. korak: $R^2 = .12$; 2. korak: $R^2 = .15$ ($\Delta R^2 = .03$**); 3. korak: $R^2 = .32$ ($\Delta R^2 = .17$***)
Razumevanje:
1. korak: $R^2 = .04$; 2. korak: $R^2 = .11$ ($\Delta R^2 = .07$***); 3. korak: $R^2 = .18$ ($\Delta R^2 = .07$***)

B – beta koeficient ; SE – standardna napaka; β – standardizirani beta koeficient; R^2 – koeficient determinacije; ***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

Kot lahko razberemo iz preglednice 12, vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance rezultatov dijakov na ponovnem preizkusu znanja. Predznanje

dijakov pojasni 13 % variance končnega rezultata, značilnosti dijakov (spol in učni stil) pa 4 % dodatne variance. Najboljši napovednik rezultatov na ponovnem preizkusu znanja je način učenja, ki poleg predznanja in značilnosti dijakov pojasni še 13 % dodatne variance rezultatov dijakov.
Predznanje je pozitivni napovednik rezultatov na ponovnem preizkusu znanja: dijaki z višjim predznanjem bodo torej dosegli boljši rezultat tudi na ponovnem preizkusu znanja. Spol je pomemben pozitiven napovednik rezultatov na ponovnem preizkusu znanja, kar pomeni, da bodo dekleta dosegala boljše rezultate kot fantje. Učni stil je negativen napovednik rezultatov: boljše rezultate bodo dosegali tisti dijaki, ki so v enaki meri izbirali vizualni in verbalni učni stil. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da so učenje s pomočjo besedila, klasičen način učenja in učenje z besedilom in slikami negativni napovedniki rezultatov dijakov na ponovnem preizkusu znanja. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način, dosegli pomembno nižje rezultate kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 30 % rezultatov dijakov na ponovnem preizkusu znanja, ki so ga dijaki reševali po petih tednih po učenju.

V preglednici 12 lahko vidimo tudi, da vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance trajnosti znanja. Predznanje dijakov pojasni 12 % variance znanja, značilnosti dijakov (spol in učni stil) pa 3 % dodatne variance. Najboljši napovednik znanja je način učenja, ki poleg predznanja in značilnosti dijakov pojasni še 17 % dodatne variance trajnosti znanja.
Predznanje je pozitivni napovednik trajnosti znanja: dijaki z višjim predznanjem bodo torej dosegli boljšo trajnost znanja. Spol je pomemben pozitiven napovednik trajnosti znanja: dekleta bodo v primerjavi s fanti dosegala boljše rezultate. Učni stil je negativen napovednik trajnosti znanja, to pomeni, da se bo boljša trajnost znanja pokazala pri tistih dijakih, ki imajo neizrazit učni stil, oz. tistih dijakih, ki so v enaki meri izbirali vizualni in verbalni učni stil. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da so učenje s pomočjo besedila, klasičen način učenja in učenje z besedilom in slikami negativni napovedniki trajnosti znanja. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način, ohranili pomembno manj znanja kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 32 % trajnosti znanja dijakov.

Iz preglednice 12 lahko razberemo tudi, da vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance trajnosti razumevanja. Predznanje dijakov pojasni 4 % variance trajnosti razumevanja, značilnosti dijakov (spol in učni stil) pa 7 % dodatne variance. Enako dober napovednik trajnosti razumevanja je tudi način učenja, ki poleg predznanja in značilnosti dijakov pojasni še 7 % dodatne variance trajnosti razumevanja.
Predznanje je pozitivni napovednik trajnosti razumevanja: dijaki z višjim predznanjem bodo torej pokazali boljšo trajnost razumevanja. Spol je pomemben pozitiven napovednik trajnosti razumevanja, kar pomeni, da bodo dekleta po petih tednih pokazala višje

razumevanje od fantov. Učni stil je negativen napovednik trajnosti razumevanja, to pomeni, da bo boljša trajnost razumevanja izražena pri tistih dijakih, ki imajo neizrazit učni stil, oz. tistih dijakih, ki v enaki meri izbirajo vizualni in verbalni učni stil. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da so učenje s pomočjo besedila, klasičen način učenja in učenje z besedilom in slikami negativni napovedniki trajnosti razumevanja. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način, ohranili pomembno manj razumevanja kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 18 % trajnosti razumevanja dijakov.

4.6 VPLIV VSTOPNE MOTIVACIJE, SPOLA, UČNEGA STILA IN NAČINA UČENJA NA RAZLIČNE VIDIKE UČNE MOTIVACIJE DIJAKOV TAKOJ PO UČENJU

V raziskavi smo želeli preveriti tudi vpliv vstopne motivacije, spola, učnega stila in načinov učenja na motiviranost dijakov, ki so se učili v različnih pogojih, zato smo izvedli hierarhično regresijsko analizo, katere rezultate navajamo v preglednicah 13a in 13b.

Preglednica 13a: Vstopna motivacija, značilnosti dijakov (spol in učni stil) ter način učenja kot napovedniki motiviranosti dijakov takoj po učenju (notranje motivacije, zunanje motivacije, pomembnosti učenja genetike). Rezultati hierarhične regresijske analize (N = 468).

Table 13a: Prior knowledge, students´ characteristics (gender, learning style) and instructional modes as predictors of the students´ motivation measured after learning (intrinsic motivation, extrinsic motivation, task value). Results of hierarchic regression (N = 468).

Spremenljivke	Notranja motivacija			Zunanja motivacija			Pomembnost učenja genetike		
	B	SE B	β	B	SE B	β	B	SE B	β
1. korak:									
VM	0.86	0.05	.61***	0.33	0.04	.35***	0.52	0.03	.59***
2. korak:									
VM	0.87	0.05	.62***	0.41	0.05	.44***	0.54	0.03	.61***
spol	0.46	0.36	.04	-1.20	0.33	-.17***	-1.88	0.55	-.13**
učni stil	-0.85	0.08	-.38***	0.11	0.07	.08	-0.68	0.11	-.22***
3. korak:									
VM	0.79	0.04	.57***	0.42	0.04	.44***	0.49	0.03	.55***
spol	0.35	0.32	.03	-1.26	0.33	-.18***	-1.96	0.53	-.13***
učni stil	-0.87	0.07	-.39***	0.10	0.07	.078	-0.70	0.11	-.23***
B	3.36	0.43	.28***	1.26	0.41	.16**	3.52	0.70	.22***
BS	3.27	0.44	.27***	1.39	0.41	.17**	3.38	0.71	.20***
K	0.01	0.44	.00	-0.23	0.42	-.03	-0.11	0.71	-.01

Notranja motivacija:
1. korak: $R^2 = .38$; 2. korak: $R^2 = .53$ ($\Delta R^2 = .15$***); 3. korak: $R^2 = .62$ ($\Delta R^2 = .09$***)
Zunanja motivacija:
1. korak: $R^2 = .12$; 2. korak: $R^2 = .15$ ($\Delta R^2 = .03$***); 3. korak: $R^2 = .20$ ($\Delta R^2 = .05$***)
Pomembnost učenja genetike:
1. korak: $R^2 = .35$; 2. korak: $R^2 = .40$ ($\Delta R^2 = .05$***); 3. korak: $R^2 = .45$ ($\Delta R^2 = .05$***)

B - beta koeficient; SE – standardna napaka, β – standardizirani beta koeficient; R^2 – koeficient determinacije; ***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05.
VM – vstopna motivacija, B – besedilo, BS – besedilo s slikami, K – klasična ura.

Preglednica 13b: Vstopna motivacije, značilnosti dijakov (spol in učni stil) ter način učenja kot napovedniki motiviranosti dijakov takoj po učenju (samoučinkovitosti pri učenju genetike, strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike). Rezultati hierarhične regresijske analize (N = 468).

Table 13b: Prior knowledge, students´ characteristics (gender, learning style) and instructional modes as predictors of the students´ motivation measured after learning (self-efficacy, test anxiety). Results of hierarchic regression (N = 468).

Spremenljivke	Samoučinkovitost pri učenju genetike			Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike		
	B	SE B	β	B	SE B	β
1. korak:						
vstopna motivacija	0.48	0.05	.42***	0.68	0.05	.58***
2. korak:						
vstopna motivacija	0.48	0.05	.42***	0.66	0.05	.56***
spol	1.43	0.84	.08	0.19	0.54	.01
učni stil	-0.20	0.17	-.05	-0.12	0.11	-.04
3. korak:						
vstopna motivacija	0.47	0.06	.41***	0.66	0.05	.56***
spol	1.40	0.85	.07	0.14	0.54	.01
učni stil	-0.21	0.18	-.05	-0.13	0.11	-.05
besedilo	-0.12	1.16	-.01	1.24	0.69	.08
besedilo s slikami	0.10	1.18	.01	1.13	0.70	.08
klasična ura	-0.59	1.13	-.03	0.88	0.71	.06

Samoučinkovitost pri učenju genetike:
1. korak: $R^2 = .17$; 2. korak: $R^2 = .18$ ($\Delta R^2 = .01$); 3. korak: $R^2 = .18$ ($\Delta R^2 = .00$)
Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike:
1. korak: $R^2 = .33$; 2. korak: $R^2 = .33$ ($\Delta R^2 = .00$); 3. korak: $R^2 = .34$ ($\Delta R^2 = .01$)

B – beta koeficient; SE – standardna napaka; β – standardizirani beta koeficient; R^2 – koeficient determinacije; ***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

V preglednici 13a lahko vidimo, da vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance notranje motivacije dijakov. Vstopna notranja motivacija dijakov pojasni 38 % variance notranje motivacije, značilnosti dijakov (spol in učni stil) pa 15 % dodatne variance. Dober napovednik notranje motivacije je tudi način učenja, ki poleg vstopne motivacije in značilnosti dijakov pojasni še 9 % dodatne variance notranje motivacije dijakov takoj po učenju.

Vstopna notranja motivacija je pozitivni napovednik notranje motivacije takoj po učenju: dijaki z višjo notranjo motivacijo pred učenjem bodo torej bolj notranje motivirani tudi takoj po učenju. Učni stil je negativen napovednik notranje motivacije, to pomeni, da bodo višje notranje motivirani tisti dijaki, ki imajo neizrazit učni stil, oz. tisti dijaki, ki v enaki meri izbirajo vizualni in verbalni učni stil. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da sta učenje s pomočjo besedila in z besedilom in slikami pozitivna napovednika notranje

motivacije. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način višje notranje motivirani kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. Spol in učenje pri klasični uri nista pomembna napovednika notranje motivacije dijakov. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 62 % notranje motiviranosti dijakov takoj po učenju.

V preglednici 13a lahko vidimo tudi, da vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance zunanje motivacije dijakov. Vstopna zunanja motivacija dijakov pojasni 12 % variance zunanje motivacije, značilnosti dijakov (spol in učni stil) pa le 3 % dodatne variance. Eden izmed napovednikov zunanje motivacije je tudi način učenja, ki poleg vstopne motivacije in značilnosti dijakov pojasni še 5 % dodatne variance zunanje motivacije dijakov takoj po učenju.
Vstopna zunanja motivacija je pozitivni napovednik zunanje motivacije dijakov takoj po učenju: dijaki z višjo zunanjo motivacijo pred učenjem bodo torej višje zunanje motivirani tudi takoj po učenju. Spol je negativen napovednik zunanje motivacije, kar pomeni, da bodo fantje višje zunanje motivirani kot dekleta. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da sta učenje s pomočjo besedila in z besedilom in slikami pozitivna napovednika zunanje motivacije. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način višje zunanje motivirani kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. Učni stil in učenje pri klasični uri nista pomembna napovednika zunanje motivacije dijakov. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 20 % zunanje motiviranosti dijakov takoj po učenju.

V preglednici 13a lahko vidimo tudi, da vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance občutka pomembnosti učenja genetike za dijake. Vstopna pomembnost za dijake pojasni 35 % variance pomembnosti učenja genetike za dijake takoj po učenju, značilnosti dijakov (spol in učni stil) pa le 5 % dodatne variance. Enako dober napovednik pomembnosti učenja genetike je tudi način učenja, ki poleg vstopne pomembnosti in značilnosti dijakov pojasni še 5 % dodatne variance občutka dijakov o pomembnosti učenja genetike.
Vstopni občutek pomembnosti učenja genetike dijakov je pozitivni napovednik pomembnosti učenja genetike takoj po učenju: dijaki z višjo vstopno motivacijo bodo čutili višjo pomembnost učenja genetike tudi takoj po samem učenju. Spol je negativen napovednik pomembnosti učenja genetike, kar pomeni, da bodo fantje čutili višjo pomembnost učenja genetike od deklet. Učni stil je negativen napovednik pomembnosti učenja genetike, to pomeni, da bodo višjo pomembnost učenja genetike čutili tisti dijaki, ki imajo neizrazit učni stil, oz. tisti dijaki, ki v enaki meri izbirajo vizualni in verbalni učni stil. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da sta učenje s pomočjo besedila in z besedilom in slikami pozitivna napovednika pomembnosti učenja genetike. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način čutili višjo pomembnost učenja genetike kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. Učenje pri klasični uri ni pomemben napovednik pomembnosti

učenja genetike. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 45 % občutka o pomembnosti učenja genetike dijakov takoj po učenju.

Kot vidimo iz preglednice 13b, ima med vsemi spremenljivkami pomemben vpliv na občutek dijakov o samoučinkovitosti pri učenju genetike le vstopna motivacija, torej občutek o samoučinkovitosti že pred samim učenjem. Vstopna motivacija pojasni 17 % variance občutka samoučinkovitosti pri učenju genetike takoj po učenju in je njegov pozitiven napovednik: višja vstopna motivacija pomeni višji občutek o samoučinkovitosti takoj po učenju. Vse ostale spremenljivke, to so spol, stil učenja in način učenja nimajo pomembnega vpliva na ta vidik motivacije.

Iz preglednice 13b lahko vidimo tudi, da ima med vsemi spremenljivkami pomemben vpliv na strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike le vstopni strah, torej občutek strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike že pred samim učenjem. Vstopna motivacija pojasni 33 % variance strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike, ki ga občutijo dijaki takoj po učenju in je njegov pozitiven napovednik: višja vstopna motivacija pomeni višji strah pred ocenjevanjem znanja takoj po učenju. Vse ostale spremenljivke, to so spol, stil učenja in način učenja nimajo pomembnega vpliva na ta vidik motivacije.

4.7 VPLIV VSTOPNE MOTIVACIJE, SPOLA, UČNEGA STILA, NAČINA UČENJA IN MOTIVACIJE TAKOJ PO UČENJU NA RAZLIČNE VIDIKE KONČNE UČNE MOTIVACIJE DIJAKOV

V raziskavi smo želeli preveriti tudi vpliv vstopne motivacije, spola, učnega stila, načinov učenja in motivacije takoj po učenju na končno učno motivacijo dijakov, merjeno po petih tednih po učenju. Zato smo izvedli hierarhično regresijsko analizo, podrobneje opisano v začetku poglavja 4.4, rezultate katere navajamo v preglednicah 14a in 14b.

Preglednica 14a: Vstopna motivacija, značilnosti dijakov (spol in učni stil), način učenja in motivacija takoj po učenju kot napovedniki končne učne motivacije dijakov (notranje motivacije, zunanje motivacije, pomembnosti učenja genetike). Rezultati hierarhične regresijske analize (N = 468).

Table 14a: Prior motivation, students´ characteristics (gender, learning style), instructional modes and motivation measured after learning as predictors of the students´ motivation measured after five weeks after learning (intrinsic motivation, extrinsic motivation, task value). Results of hierarchic regression (N = 468).

Spremen-ljivke	Notranja motivacija			Zunanja motivacija			Pomembnost učenja genetike		
	B	SE B	β	B	SE B	β	B	SE B	β
1. korak:									
VM	0.66	0.05	.56***	-0.08	0.05	-.07	0.42	0.04	.49***
2. korak:									
VM	0.67	0.04	.57***	-0.17	0.06	-.15**	0.44	0.03	.51***
spol	-0.49	0.33	-.05	1.71	0.42	.21***	-1.20	0.55	-.08*
učni stil	-0.69	0.07	-.36***	0.00	0.08	.00	-1.09	0.11	-.37***
3. korak:									
VM	0.64	0.04	.55***	-0.16	0.05	-.14***	0.39	0.03	.46***
spol	-0.53	0.33	-.06	1.48	0.33	.18***	-1.26	0.53	-.09*
učni stil	-0.70	0.07	-.37***	-0.04	0.07	-.02	-1.11	0.11	-.38***
B	1.41	0.43	.14**	4.72	0.41	.51***	2.96	0.71	.19***
BS	1.34	0.44	.13**	4.85	0.42	.51***	2.96	0.72	.18***
K	0.21	0.44	.02	-0.42	0.42	-.04	-0.26	0.72	-.02
4. korak									
VM	0.26	0.05	.22***	-0.05	0.05	-.04	0.25	0.04	.30***
spol	-0.70	0.29	-.08*	1.14	0.33	.14***	-0.70	0.52	-.05
učni stil	-0.28	0.07	-.15***	-0.01	0.06	-.01	-0.91	0.11	-.31***
B	-0.20	0.41	-.02	5.05	0.40	.54***	1.94	0.70	.12**
BS	-0.22	0.41	-.02	5.22	0.41	.55***	1.98	0.71	.12**
K	0.21	0.39	.02	-0.48	0.41	-.05	-0.23	0.69	-.01
MPU	0.48	0.04	.57***	-0.27	0.05	-.23***	0.29	0.05	.30***

Notranja motivacija:
1. korak: R^2 = .31; 2. korak: R^2 = .44 (ΔR^2 = .13***); 3. korak: R^2 = .46 (ΔR^2 = .02**); 4. korak: .58 (ΔR^2 = .12***).
Zunanja motivacija:
1. korak: R^2 = .01; 2. korak: R^2 = .04 (ΔR^2 = .03***); 3. korak: R^2 = .41 (ΔR^2 = .37***); 4. korak: .45 (ΔR^2 = .04***).
Pomembnost učenja genetike:
1. korak: R^2 = .24; 2. korak: R^2 = .37 (ΔR^2 = .13***); 3. korak: R^2 = .41 (ΔR^2 = .04***); 4. korak: .46 (ΔR^2 = .05***).

B - beta koeficient; SE – standardna napaka, β – standardizirani beta koeficient; R^2 – koeficient determinacije; ***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05.
VM – vstopna motivacija, MPU – motivacija po učenju, B – besedilo, BS – besedilo s slikami, K – klasična ura.

Preglednica 14b: Vstopna motivacija, značilnosti dijakov (spol in učni stil), način učenja in motivacija takoj po učenju kot napovedniki končne učne motivacije dijakov (samoučinkovitosti pri učenju genetike, strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike). Rezultati hierarhične regresijske analize (N = 468).

Table 14b: Prior motivation, students´ characteristics (gender, learning style), instructional modes and motivation measured after learning as predictors of the students´ motivation measured after five weeks after learning (self-efficacy, test anxiety). Results of hierarchic regression (N = 468).

Spremenljivke	Samoučinkovitost pri učenju genetike			Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike		
	B	SE B	β	B	SE B	β
1. korak:						
vstopna motivacija	0.59	0.07	.39***	0.44	0.04	.48***
2. korak:						
vstopna motivacija	0.57	0.07	.37***	0.30	0.04	.33***
spol	0.36	1.12	.01	0.81	0.40	.08*
učni stil	-0.65	0.23	-.12**	-0.81	0.08	-.39***
3. korak:						
vstopna motivacija	0.14	0.07	.09*	0.30	0.04	.34***
spol	-1.55	0.96	-.06	0.77	0.40	.08
učni stil	-1.05	0.20	-.20***	-0.82	0.08	-.39***
besedilo	13.55	1.31	.49***	0.89	0.51	.08
besedilo s slikami	13.33	1.34	.47***	0.81	0.51	.08
klasična ura	-0.95	1.27	-.03	-0.01	0.52	-.00
4. korak						
vstopna motivacija	0.17	0.07	.11*	0.32	0.04	.35***
spol	-1.46	0.96	-.06	0.77	0.40	.08
učni stil	-1.06	0.20	-.21***	-0.82	0.08	-.39***
besedilo	13.54	1.31	.49***	0.91	0.51	.08
besedilo s slikami	13.34	1.34	.47***	0.83	0.52	.07
klasična ura	-0.98	1.27	-.03	0.00	0.52	.00
motivacija po učenju	-0.06	0.05	-.05	-0.02	0.03	-.02

Samoučinkovitost pri učenju genetike:
1. korak: R^2 = .15; 2. korak: R^2 = .17 (ΔR^2 = .02*); 3. korak: R^2 = .41 (ΔR^2 = .24***); 4. korak: .41 (ΔR^2 = .00).
Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike:
1. korak: R^2 = .23; 2. korak: R^2 = .38 (ΔR^2 = .15***); 3. korak: R^2 = .39 (ΔR^2 = .01); 4. korak: .39 (ΔR^2 = .00).

B – beta koeficient; SE – standardna napaka; β – standardizirani beta koeficient; R^2 – koeficient determinacije; ***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

V preglednici 14a in opombah pod njo lahko vidimo, da vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance notranje motivacije dijakov po petih tednih po učenju. Vstopna notranja motivacija dijakov pojasni 31 % variance končne notranje motivacije, značilnosti dijakov (spol, učni stil) 13 % dodatne variance, način učenja le 2 % dodatne variance in notranja motivacija takoj po učenju 12 % dodatne variance končne notranje motivacije dijakov.
Vstopna notranja motivacija je pozitivni napovednik končne notranje motivacije: dijaki z višjo notranjo motivacijo pred učenjem bodo torej bolj notranje motivirani tudi po petih tednih po učenju. Učni stil je negativen napovednik notranje motivacije, to pomeni, da bodo višje notranje motivirani tisti dijaki, ki imajo neizrazit učni stil, oz. tisti dijaki, ki so v enaki meri izbirali vizualni in verbalni učni stil. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da sta učenje s pomočjo besedila in z besedilom in slikami pozitivna napovednika trajnosti notranje motivacije. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način, ohranili višjo notranjo motivacijo kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. A vpliv načina učenja v 4. koraku, ko upoštevamo tudi vpliv notranje motivacije takoj po učenju, izgine. Tudi notranja motivacija dijakov takoj po učenju je pozitivni napovednik končne notranje motivacije, kar pomeni, da bodo takoj po učenju višje notranje motivirani dijaki ohranili višjo notranjo motivacijo tudi v dobi petih tednov. Spol je negativen napovednik le v 4. koraku analize: to pomeni, da bodo fantje po petih tednih višje notranje motivirani kot dekleta. Učenje pri klasični uri ni pomemben napovednik končne notranje motivacije dijakov. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 58 % končne notranje motivacije dijakov.

V preglednici 14a lahko vidimo tudi, da vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance končne zunanje motivacije dijakov. Vstopna zunanja motivacija dijakov pojasni le 1 % variance zunanje motivacije po petih tednih, značilnosti dijakov (spol in učni stil) dodatne 3 % variance. Najboljši napovednik trajnosti zunanje motivacije je način učenja, ki poleg vstopne motivacije in značilnosti dijakov pojasni 37 % dodatne variance. Zunanja motivacija takoj po učenju pojasni še dodatne 4 % variance končne zunanje motivacije.
Vstopna zunanja motivacija je negativen napovednik končne zunanje motivacije dijakov le v 2. in 3. koraku analize, torej takrat, ko upoštevamo vse spremenljivke razen zunanje motivacije takoj po učenju: dijaki z višjo zunanjo motivacijo pred učenjem bodo imeli nižjo zunanjo motivacijo po petih tednih po učenju. Spol je pozitiven napovednik končne zunanje motivacije, kar pomeni, da bodo dekleta po petih tednih višje zunanje motivirana kot fantje. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da sta učenje samo z besedilom in z besedilom in slikami pozitivna napovednika končne zunanje motivacije. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način po petih tednih višje zunanje motivirani kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. Učni stil in učenje pri klasični uri nista pomembna napovednika končne zunanje motivacije dijakov. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 45 % končne zunanje motiviranosti dijakov.

V preglednici 14a pa lahko vidimo tudi, da vsaka skupina napovednikov napoveduje pomemben del variance trajnosti občutka o pomembnosti učenja genetike za dijake. Vstopna pomembnost pojasni 24 % variance končnega občutka o pomembnosti učenja genetike za dijake, značilnosti dijakov (spol in učni stil) dodatnih 13 % variance. Enakovredna napovednika trajnosti občutka o pomembnosti učenja genetike sta še način učenja, ki pojasni 4 % dodatne variance in motivacija takoj po učenju, ki pojasni dodatnih 5 % variance končnega občutka o pomembnosti učenja genetike.
Vstopni občutek o pomembnosti učenja genetike dijakov je pozitiven napovednik končnega občutka o pomembnosti učenja genetike: dijaki z višjo vstopno motivacijo bodo čutili višjo pomembnost učenja genetike tudi po petih tednih. Spol je negativen napovednik končnega občutka o pomembnosti učenja genetike, kar pomeni, da bodo fantje po petih tednih čutili večjo pomembnost učenja genetike od deklet. A se je to v naši analizi pokazalo le v 2. in 3. koraku, torej v primeru, ko ne upoštevamo motivacije takoj po učenju. Tudi učni stil je negativen napovednik končnega občutka o pomembnosti učenja genetike, to pomeni, da bodo višjo pomembnost učenja genetike čutili tisti dijaki, ki imajo mešan vizualni-verbalni učni stil. Rezultati analize vpliva načina učenja kažejo, da sta učenje samo z besedilom in z besedilom in slikami pozitivna napovednika končnega občutka o pomembnosti učenja genetike. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način, čutili višjo pomembnost učenja genetike po petih tednih kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. Učenje pri klasični uri ni pomemben napovednik končnega občutka o pomembnosti učenja genetike. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 46 % končnega občutka dijakov o pomembnosti učenja genetike.

Kot vidimo iz preglednice 14b, ima pomemben vpliv na končni občutek dijakov o samoučinkovitosti pri učenju genetike vstopna motivacija, torej občutek o samoučinkovitosti že pred samim učenjem. Vstopna motivacija pojasni 15 % variance končnega občutka o samoučinkovitosti pri učenju genetike. Značilnosti dijakov (spol in učni stil) pojasnjujejo 2 % dodatne variance, način učenja še 24 % dodatne variance, motivacija takoj po učenju pa ne pojasnjuje variance končnega občutka o samoučinkovitosti pri učenju genetike.
Vstopna motivacija je pozitiven napovednik končne motivacije: pri dijakih, ki bodo že pred učenjem čutili visoko samoučinkovitost, bo ta motivacija ostala visoka tudi po petih tednih. Učni stil je negativen napovednik samoučinkovitosti po petih tednih: najvišjo končno samoučinkovitost bodo torej čutili dijaki z neizrazitim vizualno-verbalnim učnim stilom. Učenje z besedilom in slikami ter učenje samo z besedilom sta pozitivna napovednika končnega občutka o samoučinkovitosti. To pomeni, da bodo dijaki, ki se učijo na tak način čutili višjo končno samoučinkovitost kot dijaki, ki se učijo z multimedijo. Spol, učenje med klasično uro in motivacija takoj po učenju pa nista pomembna napovednika končnega občutka o samoučinkovitosti. V celoti lahko z vsemi

spremenljivkami, vključenimi v regresijsko, analizo pojasnimo 41 % končnega občutka dijakov o samoučinkovitosti pri učenju genetike.

Iz preglednice 14b lahko vidimo tudi, da ima med vsemi spremenljivkami največji vpliv na strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike po petih tednih vstopni strah, torej občutek strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike že pred samim učenjem. Vstopna motivacija pojasni 23 % variance končnega strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike, značilnosti dijakov (spol, učni stil) pojasnijo 15 % dodatne variance, način učenja le 1 %, motivacija takoj po učenju pa ne pojasnjuje pomembno variance končnega strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike.
Vstopna motivacija je pozitiven napovednik končnega strahu: pri dijakih, ki bodo že pred učenjem čutili visok strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike, bo strah ostal visok tudi po petih tednih. Učni stil je negativen napovednik strahu pred ocenjevanjem po petih tednih: najvišji strah bodo čutili dijaki z neizrazitim vizualno-verbalnim učnim stilom. Spol je pozitiven napovednik končnega strahu pred ocenjevanjem, a le v 2. koraku analize, ko upoštevamo samo vstopno motivacijo, spol in učni stil: dekleta bodo čutila višji končni strah kot fantje. Način učenja in motivacija takoj po učenju nista pomembna napovednika končnega strahu. V celoti lahko z vsemi spremenljivkami, vključenimi v regresijsko analizo, pojasnimo 39 % končnega strahu dijakov pred ocenjevanjem znanja iz genetike.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Z našo raziskavo smo hoteli odgovoriti na nekaj odprtih vprašanj in tako doprinesti kanček k boljšemu razumevanju vpliva multimedije na učenje. Pri tem smo se pri definiciji multimedije oprli na Jonassena (2000) in Schnotza (2008), ki multimedijo definirata kot kombinacijo tehničnih naprav, s katerimi učencu predstavimo učne vsebine preko animacij, zvokov, filma, 3D-grafike. Medtem ko smo učenje z besedilom in slikami, za razliko od Mayerja, ki ta način šteje k multimediji, mi obravnavali kot starejši način učenja. Zato smo tudi učenje z besedilom in slikami primerjali z učenjem z multimedijo.

Preverili smo vpliv uporabe multimedije pri učenju izražanja genov na pridobljeno znanje in razumevanje snovi v primerjavi z drugimi, starejšimi in bolj preizkušenimi pa tudi raziskanimi načini učenja (učenje samo z besedilom, z besedilom in slikami in učenje pri klasični frontalni učni uri, ki jo vodi učitelj). Poleg tega nas je zanimala tudi trajnost pridobljenega znanja in razumevanja, kar v večini dosedanjih raziskav še ni bilo preverjeno. In nenazadnje smo ocenili motiviranost dijakov za učenje genetike in njeno trajnost, saj mnogi znanstveniki uspeh multimedije pripisujejo prav njenemu vplivu na motiviranost.

Izsledki naše raziskave kažejo, da multimedija z dvema animacijama pozitivno vpliva na pridobljeno znanje in razumevanje učne snovi. Še toliko bolj je njen vpliv, v primerjavi z ostalimi načini učenja viden pri trajnosti pridobljenega znanja in razumevanja. Na motiviranost dijakov in njeno trajnost pa nima večjega vpliva. V nadaljevanju podajamo natančnejšo razlago dobljenih rezultatov.

5.1.1 Vpliv multimedije pri učenju genetike na rezultate na preizkusu znanja ter ločeno na znanje in razumevanje dijakov

Prvo hipotezo, ki se glasi: »Uporaba multimedijskih učnih sredstev pri učenju genetike da boljši rezultat na preizkusu znanja takoj po učenju ter poveča znanje in razumevanje dijakov v primerjavi s klasičnim učenjem, učenjem z učbenikom in učenjem samo z besedilom« glede na izsledke naše raziskave potrjujemo le delno, saj so bili glede na rezultate na preizkusu znanja in tudi glede na pridobljeno znanje enako uspešni in hkrati najuspešnejši tako dijaki, ki so se učili z multimedijo kot dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami. Razumevanje dijakov, ki so se učili z multimedijo pa je bilo boljše le od dijakov, ki so se učili samo z besedilom.

Analiza rezultatov preizkusa znanja, ki so ga dijaki reševali takoj po učenju, kaže, da so najvišji uspeh dosegli dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami in tisti, ki so se učili z multimedijo. Za njimi so se uvrstili dijaki, ki so se učili pri klasični učni uri in najniže dijaki, ki so se učili samo z besedilom. Enako razmerje se je pokazalo tudi v primeru analize posebej pridobljenega znanja in posebej razumevanja, s tem da so bili v primeru razumevanja od dijakov, ki so se učili z multimedijo slabši le tisti, ki so se učili samo z besedilom.

S tem lahko potrdimo pozitiven vpliv uporabe različnih kombinacij besedila in slik na učni proces, ki so ga v svojih raziskavah izpostavili že mnogi raziskovalci (Hanley in sod., 1995; Michas in Berry, 2000; Al-Seghayer, 2001; Mayer, 2001; Noe in Noe, 2001; Twersky in sod., 2002; Lewalter, 2003; Rotbain in sod., 2006; Tsui in Treagust, 2003, 2004, 2007; Eilam in Poyas, 2008; Marbach-Ad in sod., 2008; Hidrion in Jamet, 2008; Ward in Walker, 2008). Večina teh raziskovalcev je poudarila prednost uporabe multimedije tudi pred učenjem z besedilom in slikami, kar pa se v naši raziskavi ni potrdilo. Tudi Large in sod. (1994, 1996) so v svoji raziskavi dokazali prednost uporabe multimedije pred učenjem z besedilom in slikami, a le v primeru učenja lažje učne snovi. Podobno ugotavljata Tsui in Treagust (2003, 2007) na področju učenja Mendlove genetike. Lewalterjeva (2003) je ugotovila, da je učenje z animacijo enako uspešno kot učenje s statično sliko in besedilom, sploh če gre za učenje dejstev. V primeru učenja dinamičnih procesov pa naj bi bilo učenje z animacijo uspešnejše. A Guan (2009) tudi v primeru učenja delovanja živčnega sistema (torej procesov) ni dokazal prednosti učenja z multimedijo pred učenjem s statičnimi slikami. Enako ugotavljajo Morrison in Tversky (2001) ter ChanLin (1998). In to se je potrdilo tudi v naši raziskavi: učenje z multimedijo je bilo enako učinkovito kot učenje z besedilom in slikami. Hkrati se je potrdila tudi ugotovitev Marbach-Adove in sod. (2008) in Rotbainsa in sod. (2006), da je učenje z besedilom in slikami, ki sicer ni učinkovitejše od učenja z multimedijo, vseeno boljše od učenja pri klasični učni uri.

Razloge za različen uspeh ob učenju z različnimi učnimi pripomočki so iskali že v preteklosti. Med njimi kar nekaj raziskav (Michas in Berry, 2000; Tversky in sod., 2002; Mayer, 2003) poudarja pomemben vpliv dobrega oblikovanja predstavitve. Tako se je v naši raziskavi delno potrdilo spoznanje Michasa in Berryja (2000), ki ugotavljata, da je učinkovitost posrednika informacij odvisna od tega, kako ta posrednik predstavi za učenje ključne informacije, pa naj gre za multimedijo ali besedilo ob slikah ali pa celo samo besedilo. Mayer je to spoznanje strnil v izraz multimedijski princip (Mayer, 2001, 2003, 2009). Spoznanje o pomembnosti oblikovanja predstavitve sta dopolnila Schnotz in Lowe (2003), ki trdita, da le slike, ki ustrezajo danemu besedilu, pripomorejo k boljšemu in učinkovitejšemu učenju. Ko smo v naši raziskavi oblikovali učne enote za posamezne eksperimentalne skupine, smo bili v primeru skupine, ki se je učila z besedilom in slikami ter v primeru skupine, ki se je učila z multimedijo zelo pozorni na izbiro z opombami

ustrezno opremljenih slik, ki bi čim bolj jasno ponazorile potek procesov opisanih v besedilu. To smo dodatno olajšali v multimedijski učni enoti, kjer smo za dva ključna procesa (transkripcijo in translacijo) dodali dve animaciji. Kljub temu da sta bili opremljeni z besedilom v angleškem jeziku, to glede na rezultate dobljene med našo raziskavo ni zmanjšalo pozitivnega vpliva animacije na učenje v primerjavi z drugimi načini učenja. Je pa to morda razlog za izenačenost uspešnosti učenja z multimedijo in učenja z besedilom in slikami v naši raziskavi. Lahko je namreč angleško besedilo otežilo razumevanje animacij zaradi slabšega znanja jezika ali pa preobremenilo delovni spomin dijakov, ko so vzpostavljali miselne povezave med opazovanjem slik in opombami v angleškem jeziku. O tem so večkrat pisali tako Mayer (2003) kot Schnotz in Bannert (2003) ter nekateri drugi raziskovalci (Dutke in Rinck, 2006), ki so raziskovali vplive različnih dejavnikov na preobremenitev miselnih procesov med učenjem in posledice tega za učenje.

Druga možna razlaga za izenačenost skupin dijakov, ki so se učili z multimedijo in tistih, ki so se učili z besedilom in slikami je lahko v dejstvu, da so morali dijaki, ki so se učili z multimedijo vzpostaviti povezave med eno in drugo animacijo. Le tako so namreč lahko razumeli celoten proces izražanja genov. V nasprotnem primeru pa bi bil proces učenja lahko otežen. Pomembnost vzpostavitve povezav med različnimi prezentacijami za učinkovitost učenja in težave, ki jih ta miselni proces lahko predstavlja učencem, je v svoji raziskavi izpostavila Ainsworthova (1999).

Tretja možna razlaga, zakaj je bila multimedija enako učinkovita kot besedilo s slikami, je lahko v ugotovitvi nekaterih raziskovalcev, da je multimedija učinkovitejša od besedila in slik, a le pri učenju lažjih vsebin (Large in sod., 1994, 1996; Schnotz in Lowe, 2003). Proces izražanja genov, ki so se ga v naši raziskavi učili učenci, je za učenje in razumevanje zahteven, zato morda multimedija ni bila tako učinkovita, kot bi bila v primeru učenja lažjih vsebin. Tako se v naši raziskavi ni potrdilo spoznanje Lewalterjeve (2003), ki trdi, da je multimedija uspešnejša od besedila in slik pri učenju procesov. Potrdili pa smo ugotovitve raziskav, kjer se je učenje z besedilom in slikami izkazalo za uspešnejše od učenja pri klasičnih urah ali samo z besedilom (Rotbain in sod., 2006; Marbach-Ad in sod., 2008).

Ker v naši raziskavi zaradi urejenosti računalniških učilnic in poteka same ure učenja z multimedijo nismo mogli predvajati animacij z govorjenim besedilom, ampak samo z napisanim, je to še en možen razlog, da je bila učinkovitost učenja z multimedijo nižja kot bi bila sicer. Kar nekaj raziskav namreč potrjuje princip govorjenega besedila, kjer kot najboljši način učenja velja učenje ob sliki in sočasno ali zaporedno govorjenem besedilu (Allport in sod.,1972; Mayer in Sims, 1994; Mousavi in sod.,1995; Kalyuga in sod., 1999; Moreno in Mayer 1999, Moreno in sod., 2001; Leahy in sod., 2003; Tabbers in sod., 2004). Kljub temu tega ne moremo z gotovostjo potrditi, saj na drugi strani obstajajo raziskave, ki

potrjujejo ravno nasprotno. Namreč, da je učenje ob sliki in govorjenem besedilu lahko v določenih okoliščinah tudi manj uspešno od učenja ob sliki in napisanem besedilu (Jeunge in sod., 1997; Moreno in Mayer 1999; Kalyuga in sod., 2000; Leahy in sod., 2003; Tabbers in sod., 2004; Guan, 2009). Schnotz (2005) to poudarja še posebej v primeru učenja težko razumljivega besedila. V nekaterih raziskavah se je v nasprotju z Mayerjevim principom redundance (Mayer in Moreno, 2002) pokazalo celo, da je učenje z animacijo ob sočasno govorjenem in napisanem besedilu najučinkovitejše (Chuang, 1999; Moreno in Mayer, 2002b).

Schnotz in Lowe (Schnotz in Lowe, 2003) sta opozorila na manjšo učinkovitost učenja z multimedijo oz. animacijo, če gre za možnost učenčevega nadzora nad potekom same predstavitve. V tem primeru namreč učenec lahko spregleda za razumevanje ključne dele predstavitve in je učenje posledično manj učinkovito. Tudi to je možen razlog enako učinkovitega učenja z multimedijo in statičnimi slikami ob besedilu v naši raziskavi, saj so učenci lahko večkrat predvajali animaciji, ju po potrebi ustavljali in se tudi nemoteno sprehajali skozi celotno predstavitev. A so nasprotnega mnenja Land in Hannafin (1996), Tversky in sod. (2002), Cook (2006) ter Marbach-Ad in sod. (2008), ki menijo, da možnost prilagajanja poteka animacije (ponavljanje, ustavljanje, povečevanje slike) pomembno vpliva na izboljšanje učenja.

Obstaja še en dvom v učinkovitost učenja z multimedijo in animacijami. Kar v nekaj raziskavah (Sweller in Chandler, 1994; Schnotz in Grzondzeil, 1996; Clark, 2001; Sanger in sod., 2001; Narayanan in Hegarty, 2002; Schnotz, 2002; Tversky in sod., 2002; Lowe, 2003) so namreč ugotovili, da so animacije pogostokrat za učence prezahtevne, prepolne podatkov in se odvijajo prehitro, da bi jih učenci lahko pravilno razumeli in se iz njih učili. Zato bi bila po mnenju Ploetznerja in Lowea (2004) ter Lowea (2003, 2004) ob učenju z animacijo potrebna neka zunanja pomoč, ki bi vodila in usmerjala učenca v učnem procesu, s čimer bi izboljšali učinkovitost samega učenja, sploh v primeru učencev, ki imajo nižje predznanje. Ali pa bi morale biti slike opremljene s posebnimi označbami, ki bi se nanašale na besedilo ob njih in tako učencem olajšale učenje. Podobno trdijo tudi Kalyuga in sod. (2003), ki ugotavljajo, da je vodenje učencev skozi predstavitev pomagalo učencem z nižjim predznanjem, učence z visokim predznanjem pa je to oviralo. Po mnenju Mayerja in Gallinija (1990) je v primeru dobrega vodenja skozi multimedijo učinkovitost učenja z njo v primerjavi z učenjem s sliko in besedilom veliko bolj izražena pri učencih z nizkim predznanjem. Michas in Berry (2000) sta v tem kontekstu prišla do spoznanja, da je vsak pripomoček pri učenju, pa naj gre za multimedijo ali le slike oz. besedilo, dobrodošel in koristen, če je primerno oblikovan - in sicer tako, da jasno prenaša za razumevanje ključne vsebine. S tem se strinjajo tudi Kalyuga in sod. (1999), ki izpostavljajo pomembnost oznak na slikah ali tiskovnih poudarkov, če gre samo za besedilo. Ta spoznanja in dileme bi bilo dobro preveriti tudi v naši raziskavi, saj se je ravno pri razumevanju pokazalo, da so dijaki, ki so se učili z multimedijo, enakovredni tako

dijakom, ki so se učili z besedilom in slikami kot dijakom, ki so se učili pri klasični uri, med slednjimi se je v razumevanju pokazala razlika, in sicer v prid dijakov, ki so se učili z besedilom in slikami. To pomeni, da je bilo razumevanje pri dijakih, ki so se učili z multimedijo nekoliko slabše kot poznavanje dejstev, ko jih primerjamo z dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami.

Kljub deljenim mnenjem o večji učinkovitosti učenja z multimedijo v primerjavi z učenjem z besedilom in statičnimi slikami je zanimiva ugotovitev Brunyeja in sod. (2006), da učenci pri učenju z multimedijo, opazujejo predvsem slike. Učenci so namreč učenje z multimedijo pogostokrat zamenjali z učenjem s slikami. Do podobne ugotovitve sta prišla tudi Schnotz in Bannert (2003), ki sta zanemarjenje besedila in usmerjenost na sliko opazila pri učencih z nizkim predznanjem. Ta podatek je pomemben predvsem za oblikovalce multimedije, ki morajo glede na izsledke omenjene raziskave za razumevanje ključne vsebine priključiti sliki in ne obrobnemu besedilu. Tudi pri oblikovanju naših učnih enot smo bili pozorni na to.

V raziskavi je bilo pričakovati, da bo učenje samo z besedilom najmanj uspešno. Po eni strani je to verjetno posledica vsebine učne snovi, saj je šlo za učenje dveh dinamičnih procesov, ki ju je veliko težje opisati samo z besedami kot prikazati s slikami ali animacijo. Znani so tudi izsledki raziskav, ki potrjujejo dejstvo, da je učenje ob veliki količini besedila manj uspešno od učenja ob povzetkih besedila ali ob slikah z opombami (Miller, 1937; Reder in Anderson, 1980; Carroll in sod., 1987; Mayer in sod., 1996; Mayer, 2001). Tako da rezultati, ki smo jih dobili med našo raziskavo dejansko potrjujejo slabše učenje samo z besedilom in s tem potrjujejo tudi osnovi multimedijski princip, ki pravi, da je učenje ob kombinaciji slik in besedila uspešnejše od učenja samo z besedilom (Mayer, 2001, 2009).

Tudi uspešnost učenja z besedilom in slikami, ki je bila višja od učenja smo z besedilom, je bila dokazana že v preteklosti (Bransford in Johnson, 1972; Levie in Lentz, 1982; Mayer in sod., 1996) in ponovno potrjena tudi v naši raziskavi. Rezultat bi bil lahko tudi obraten, v primeru, da pri oblikovanju učne enote za skupino, ki se je učila z besedilom in slikami ne bi bili pozorni na izbor primernih slik. V kar nekaj raziskavah je bilo namreč dokazano, da neustrezne slike ne doprinesejo k učinkovitejšemu učenju, ampak ga lahko celo poslabšajo v primerjavi z učenjem samo z besedilom (Evans in Denney, 1978; Sewell in Moore, 1980, Chandler in Sweller, 1991; Schnotz in Lowe, 2003; Hidrion in Jamet, 2008). Tudi Mayer (2001) ter Britton in sod. (1993) ugotavljajo, da so učbeniki, ki temeljijo na besedilu in slikah, pogostokrat neuporabni, ker so prenatrpani s slikami ali pa so le-te neustrezne, zaradi česar je učenje oteženo in razumevanje ovirano. A kot smo že omenili, smo v naši raziskavi posvetili veliko pozornost oblikovanju gradiva. Tako smo besedilu dodali ustrezne slike, opremljene s kratkimi opombami, ki so učencem pomagale pri razumevanju

slikovne vsebine in vsebine besedila ob slikah. Pozitiven vpliv opomb ob slikah se je izkazal tudi v Mayerjevi raziskavi (Mayer, 1989) in raziskavi Larga in sod. (1995).

V osemdesetih in devetdesetih letih prejšnjega stoletja je bilo narejenih veliko raziskav, med drugim tudi na področju naravoslovja, ki so primerjale učenje z multimedijo s klasičnim učenjem. V večini teh raziskav se je izkazalo, da je bilo učenje uspešnejše v primeru uporabe multimedije (Najjar, 1996). Pa ne samo to, Kulik in sod. (1983) so dokazali prihranek časa potrebnega za učenje z multimedijo v primerjavi s klasičnim učenjem. Verjetno lahko pozitivnejši vpliv multimedije na učenje v primerjavi s klasičnim učenjem pripišemo novosti, ki jo je multimedija predstavljala za naše dijake v primerjavi s klasičnim načinom učenja, saj večina ur biologije v izbranih šolah poteka po klasični poti. Novost naj bi tudi po raziskavah, ki sta jih izpeljala Khalili in Shashaani (1994) ter po mnenju Clarka (1985) bila tista, zaradi katere naj bi učenje z multimedijo vsaj prvih nekaj tednov predstavljalo prednost pred klasičnim učenjem. Poleg tega naj bi po besedah Najjarja (1996) multimedija omogočala več interakcij med učencem in vsebino, kot jo lahko posameznik doživi ob klasični uri, kar naj bi spet doprineslo k boljšemu učenju. Po mnenju Ryana in Decija (2000b) ter Grolnicka in Ryana (1987) je učno okolje, ki je bolj zunanje uravnano (to je prav gotovo klasična ura, ki jo vodi učitelj) manj motivirajoče za učence, zaradi česar se učenci manj trudijo za dosežke in uspeh. Po drugi strani pa je tudi podajanje vsebine z multimedijo s stališča oblikovanja lahko bolj pestro in zanimivo kot klasična ura, saj lahko v predstavitev vključimo slike različnih virov, zvoke, posnetke, pri tem pa nimamo težav s samim kombiniranjem tehnologije, ki jo pri tem potrebujemo. Marbach-Adova in sod. (2008) so v svoji raziskavi dokazali prednost učenja s slikami pred klasičnim načinom učenja, kar se je potrdilo tudi v naši raziskavi, tako pri rezultatih na preizkusu znanja kot ločeno v znanju in razumevanju dijakov.

5.1.2 Vpliv multimedije pri učenju genetike na rezultate na ponovnem preizkusu znanja ter ločeno na trajnost znanja in razumevanja dijakov

Nadalje nas je zanimalo, kaj se je po učenju v različnih pogojih dogajalo s pridobljenim znanjem in razumevanjem, kar smo izmerili po petih tednih po učenju. V sami literaturi je do sedaj malo raziskav na temo trajnosti oz. ohranjanja pridobljenega znanja, zato smo z izsledki naše raziskave vsaj delno zapolnili praznino na tem področju.

Drugo hipotezo, ki se glasi: »Uporaba multimedijskih učnih sredstev pri učenju genetike da boljši rezultat na ponovnem preizkusu znanja po petih tednih po učenju ter poveča trajnost znanja in razumevanja dijakov v primerjavi s klasičnim učenjem, učenjem z učbenikom in učenjem samo z besedilom« glede na izsledke naše raziskave v celoti potrjujemo, saj so bili po petih tednih tako glede na rezultate na ponovnem preizkusu

znanja kot tudi glede na trajnost znanja in razumevanja najuspešnejši ravno dijaki, ki so se učili z multimedijo.

Dijaki, ki so se učili z multimedijsko učno enoto, so bili poleg dijakov, ki so se učili z besedilom in slikami, eni izmed najbolj uspešnih dijakov takoj po učenju in najuspešnejši dijaki po petih tednih po učenju. Dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami, pa so bili glede na rezultate preizkusa znanja takoj po učenju enakovredni dijakom, ki so se učili z multimedijo, njihovo znanje in razumevanje sta po petih tednih pomembno padla v primerjavi z dijaki, ki so se učili z multimedijo. Pomembno nižje znanje v primerjavi z dijaki, ki so se učili z multimedijo ali z besedilom in slikami, so pokazali dijaki, ki so se učili pri klasični učni uri, a je to znanje po petih tednih upadlo manj kot pri dijakih, ki so se učili z besedilom in slikami, tako da sta si bili skupini dijakov, ki so se učili z besedilom in slikami ter dijaki, ki so se učili pri klasični uri po petih tednih z vidika količine ohranjenega znanja enakovredni. Najmanj znanja so ob učenju pridobili dijaki, ki so se učili samo z besedilom in so se pomembno razlikovali po znanju od vseh ostalih dijakov. Pri tej skupini dijakov se je znanje po petih tednih statistično pomembno izboljšalo, a še vedno ostalo najnižje v primerjavi z ostalimi dijaki. Ti rezultati so nas sprva presenetili. Po opravljenih intervjujih z učiteljicami skupin dijakov, ki so se med našo raziskavo učili samo z besedilom, pa je bil pojav razjasnjen. Ti učenci so po besedah učiteljic med eksperimentalno uro, ko so se učili o izražanju genov samo z besedilom pridobili zelo malo znanja. Ker je bila ta snov del učnega načrta in so jo torej dijaki morali osvojiti, so jim učiteljice dano snov v času petih tednov ponovno razložile. Zato rezultate trajnosti znanja in razumevanja skupine dijakov, ki se je učila samo z besedilom ne smemo primerjati z rezultati ostalih dijakov in jih moramo interpretirati zelo previdno.

Tudi trajnost razumevanja je pri vseh skupinah dijakov statistično pomembno padla, le pri dijakih, ki so se učili samo z besedilom je narasla iz že zgoraj pojasnjenega razloga. A vseeno lahko izpostavimo dijake, ki so se učili z multimedijo, saj so ohranili največ razumevanja, torej je bilo pri njih pozabljanje najnižje v primerjavi z vsemi ostalimi skupinami dijakov, ki so si bili po petih tednih v razumevanju med seboj enakovredni.

Iz naših rezultatov lahko torej zaključimo, da so dijaki, ki so se učili z multimedijo po petih tednih ohranili največ pridobljenega znanja in razumevanja, medtem ko so dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami, doživeli največji padec v znanju, v razumevanju pa dijaki, ki so se učili pri klasični uri. Ward in Walker (2008) sta v svoji raziskavi opazila, da je ohranjanje znanja in razumevanja povezano s stopnjo poglobljenosti v učno snov med učenjem. Na to lahko vplivamo s kombinacijo več posrednikov učne snovi (npr. multimedijo), kar naj bi po njunih izsledkih poglobilo in s tem izboljšalo učenje, posledično pa tudi priklic znanja. V raziskavi, ki so jo izvedli Rohrer in Pashler (2007), se je izkazalo, da je znanje boljših učencev, glede na test, ki so ga pisali takoj po učenju, v treh tednih padlo za dve tretjini, slabših pa za manj kot polovico v istem časovnem

obdobju. Ugotovili so tudi, da je bil padec največji ravno v prvih treh tednih, v kasnejših šestih tednih pa je bil padec znanja zanemarljiv. Kljub vsemu je znanje boljših učencev tudi po devetih tednih ostalo pomembno višje od slabših učencev. Podobno se je zgodilo tudi v naši raziskavi pri učencih, ki so se učili pri klasični uri in z besedilom in slikami. Tisti pa, ki so se učili z multimedijo, so glede na omenjeno raziskavo presenetljivo doživeli najmanjši upad znanja. Tako lahko trdimo, da multimedija glede na rezultate naše raziskave pa tudi raziskave, ki sta jo izvedla Eilam in Poyas (2008) vsekakor prispeva k boljšemu ohranjanju znanja in razumevanja skozi čas. To potrjuje tudi spoznanja Ainsworthove (2008), ki prednost učenja z multimedijo vidi ravno v možnosti, da učenec globlje razume dano vsebino.

5.1.3 Vpliv multimedije pri učenju genetike na motiviranost dijakov za učenje ter trajnost njihove motivacije

Motivacija je psihološki proces, ki ga je težko meriti, še težje pa je dokazati njene vplive na uspešnost učenja in druge dejavnosti. Veliko je namreč dejavnikov, ki vplivajo na razvoj posameznikove motivacije oz. njenih različnih vidikov, od notranje in zunanje motivacije, do strahu ter občutka o samoučinkovitosti in pomembnosti neke naloge za posameznika. To je le nekaj vidikov motivacije, ki smo jih preučevali tudi v naši raziskavi. Različne teorije motivacije namreč motivacijo preučujejo z različnih zornih kotov, na osnovi tega pa jo tudi različno delijo. Zaradi različnih pogledov na motivacijo je bilo v preteklosti razvitih kar nekaj vprašalnikov, s katerimi lahko ocenimo razne vidike posameznikove motivacije. V naši raziskavi smo uporabili vprašalnik MSLQ, avtorjev Pintrich in sod. (1991), s katerim lahko ocenimo tako motivacijo kot posameznikove strategije učenja, a smo v naši raziskavi uporabili le tisti del vprašalnika, ki preverja motivacijo. Pri tem smo v analizi rezultatov zaradi slabe zanesljivosti upoštevali le pet od šestih vidikov motivacije, ki jih ocenjuje ta vprašalnik: notranjo in zunanjo motivacijo, pomembnost učenja genetike, samoučinkovitost in strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike, izpustili pa smo kontrolo, ki jo učenec čuti nad potekom učenja.

Tretjo hipotezo, ki se glasi: »Uporaba multimedijskih učnih sredstev pri učenju genetike poveča motiviranost dijakov za učenje in trajnost njihove motivacije v primerjavi s klasičnim učenjem, učenjem z učbenikom in učenjem samo z besedilom« glede na izsledke naše raziskave v celoti zavračamo, saj je bila motiviranost dijakov, ki so se učili z multimedijo v vseh vidikih motivacije med najnižjimi oz. strah pred ocenjevanjem znanja med najvišjimi v primerjavi z ostalimi dijaki, gledano takoj po učenju in po petih tednih.

Pozitiven vpliv multimedije na motiviranost dijakov za učenje, ki se v naši raziskavi ni izrazil, so za druga področja potrdile nekatere predhodne raziskave (Khalili in Shashaani, 1994; Tversky in sod., 2002; Eilam in Poyas, 2008; Hidrio in Jamet, 2008). Tudi

Abrahamson (1998) je vlogo multimedije pri učenju na daljavo pripisal predvsem povišanju motivacije učenca in ne toliko posredovanju neke informacije. Bernard (2004) ugotavlja, da je učenje z multimedijo ponavadi res bolj zanimivo za učence, a ta interes ne pomeni hkrati tudi boljšega uspeha. Nasprotno, velikokrat je uspeh celo slabši. Učenci namreč pogostokrat izberejo učenje z multimedijo zato, ker mislijo, da bo ta način učenja lažji v primerjavi z drugimi načini učenja, posledično pa v sam proces učenja vložijo manjši miselni napor, kot bi ga sicer (Salomon, 1984). Hkrati pričakujejo tudi več interakcij in povratnih informacij od mentorjev (Kennedy, 2000). Pintrich in sod. (Pintrich in DeGroot, 1990; Pintrich in sod., 1991) menijo, da sta vrsta in stopnja učne motivacije povezani s kontekstom, v katerem se učenje dogaja. Tako bi v naši raziskavi dejansko pričakovali višjo motivacijo in posledično boljši uspeh pri dijakih, ki so se učili z multimedijo, a se to ni izkazalo.

V našem primeru dijaki niso mogli sami izbirati načina, s katerim se bodo učili. Kljub temu je bila motivacija v vseh vidikih, ki smo jih merili v skupini, ki se je učila z multimedijo, med najnižjimi, gledano takoj po učenju in tudi po petih tednih. Še več, zunanja motivacija in občutek o samoučinkovitosti pri učenju genetike sta v tem času pomembno padla, notranja motivacija in občutek o pomembnosti učenja genetike sta ostala nespremenjena, strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike pa je samo v tej eksperimentalni skupini nekoliko narastel.

Povišanje strahu pred ocenjevanjem znanja je morda lahko posledica upada občutka samoučinkovitosti pri učenju genetike, kar so ugotovili tudi Schunk in sod. (2008) ter Chemers in sod. (2001). Glede na omenjene raziskave namreč učenci z več zaupanja vase izbirajo težje naloge, si postavljajo višje cilje, izbirajo učinkovitejše tehnike učenja in bolj uživajo ob učenju, kar pomeni, da občutijo manj strahu in anksioznosti. Pri dijakih, ki so se učili z multimedijo, je njihovo samozaupanje po petih tednih pomembno upadlo, kar je lahko vplivalo na porast strahu. Kljub temu porasta strahu ne opazimo pri učencih, ki so se učili pri klasični uri, čeprav je tudi pri njih po petih tednih občutek o samoučinkovitosti pri učenju genetike pomembno padel. Zato je potrebno razloge poiskati še drugje. Morda v varnosti učnega okolja, ki ga je za učence predstavljala klasična ura, medtem ko je učenje z multimedijo za učence predstavljalo veliko bolj novo, neznano in posledično manj varno učno okolje. Torej bi lahko to vplivalo na porast strahu v skupini, ki se je učila z multimedijo. Ormrod (2005) pri učenju z multimedijo poudarja namreč prav to, da je za vzpostavitev varnega učnega okolja, s tem pa tudi pozitivnih čustev pri učenju, potrebna večkratna uporaba multimedije v procesu učenja. Podobno tudi drugi raziskovalci, med njimi Ainsworthova (2008) opozarja, da je pri učenju neizkušenih učencev, torej učencev, ki se niso vajeni učiti z multimedijo, za uspešno učenje potrebna neka dodatna oz. zunanja pomoč. Te pa v naši raziskavi učenci niso imeli. Strah v skupini, ki se je učila z multimedijo sicer v primerjavi z drugimi eksperimentalnimi skupinami ni bil izražen takoj po učenju, izrazil pa se je po petih tednih. To pomeni, da so se dijaki, ki so se učili z

multimedijo, nekoliko kasneje bolj kot ostali dijaki zavedli resnosti ocenjevanja. Tudi Clark (2001) ugotavlja, da se učenci ob učenju z multimedijo med samim učenjem dostikrat sploh ne zavedajo težavnosti učenja in preobremenitve svojih miselnih procesov, da pa se to pogostokrat pokaže kasneje, npr. pri preverjanju znanja.

5.1.4 Vpliv predznanja, spola, učnega stila in načinov učenja na rezultate na preizkusu znanja ter ločeno na znanje in razumevanje dijakov

Četrto hipotezo, ki se glasi: »Predznanje, spol, učni stil in način učenja vplivajo na rezultate na preizkusu znanja ter ločeno na znanje in razumevanje dijakov« glede na izsledke naše raziskave potrjujemo le delno, saj sta na rezultate na preizkusu znanja in tudi ločeno na znanje in razumevanje vplivala predvsem način učenja in predznanje, medtem ko se je vpliv učnega stila pokazal le pri rezultatih na preizkusu znanja in pri razumevanju, vpliv spola pa je bil nepomemben.

Rezultati so pokazali, da je na uspeh učencev, ki so se učili na različne načine med vsemi spremenljivkami najbolj vplival način učenja. To se je pokazalo tako pri rezultatih na preizkusu znanja kot tudi posebej pri znanju in razumevanju. Drug pomemben napovednik uspeha je predstavljalo predznanje dijakov: višje ko je bilo predznanje, višje rezultate so dosegali dijaki na preizkusu znanja, enako sta bila višja tudi njihovo znanje in razumevanje. Ker nas je v naši raziskavi zanimala učinkovitost učenja z multimedijo, bomo vplive spremenljivk razlagali predvsem pri dijakih, ki so se učili z multimedijo.

Glede na dobljene rezultate lahko rečemo, da se v naši raziskavi potrjujejo ugotovitve Schnotza in sod. (1993), ki trdijo, da uspešnejši učenci, ki imajo višje predznanje boljše uporabljajo učni material in se bolj osredotočajo na bistvene dele vsebine kot učenci z nižjim predznanjem. Tudi Cook (2006) ter Schnotz in Bannert (2003) so v svojih raziskavah poudarili velik vpliv predznanja na samo uspešnost učenja z multimedijo. Morda bi vpliv predznanja lahko zmanjšali z uporabo pomoči oz. vodenja med učenjem, saj po raziskavah Kalyuga in sod. (2003) vodenje učencev z nižjim predznanjem pozitivno vpliva na njihov uspeh, a ovira uspešnost učenja učencev z višjim predznanjem. Naši rezultati pa ne potrjujejo ugotovitve Mayerja in Gallinija (1990), ki sta v svoji raziskavi prišla do sklepa, da multimedija bolj vpliva na porast znanja pri učencih z nižjim kot pri učencih z višjim predznanjem.

Učni stil je imel v naši raziskavi manjši vpliv le na rezultate na preizkusu znanja in na razumevanje, ne pa na znanje dijakov. Vpliv je bil negativen, kar pomeni, da so bili pri učenju najuspešnejši dijaki, ki enako pogosto izbirajo verbalne kot vizualne predstavitve, torej dijaki, ki imajo neizrazit vizualno-verbalni učni stil. Do podobnega sklepa so prišli tudi Cook in sod. (2006), ki so višji uspeh pri učenju prek spletnih strani zasledili pri

učencih z vizualnim in vizualno-verbalnim učnim stilom v primerjavi z učenci z verbalnim učnim stilom. Njihovo ugotovitev in tudi rezultate naše raziskave lahko navežemo na lastnosti učencev z vizualnim oz. verbalnim učnim stilom. Vizualnim tipom ljudi namreč bolj ustreza učenje preko slik, tabel, grafov in podobno, verbalnim preko zapisanih ali govorjenih besed (Felder in sod., 1988, 1995). Vizualni tipi so uspešnejši pri nalogah, ki temeljijo na slikovnem materialu (Riding, 1997) in jim ustreza učenje s predstavitvami, ki zahtevajo visoke sposobnosti prostorske zaznave, v primerjavi z verbalnimi tipi, ki se laže učijo s predstavitvami, ki ne zahtevajo tako visokih sposobnosti prostorske zaznave (Mayer in Massa, 2003). Če analiziramo našo multimedijsko predstavitev, lahko ugotovimo, da je kljub dvema animacijama še vedno vsebovala kar nekaj besedila, v katerem so bili zajeti bistveni podatki za razumevanje celotne vsebine in samih animacij. Zato je ta predstavitev verjetno najbolj ustrezala mešanim tipom ljudi, kar se tiče vizualno-verbalnega učnega stila. Tudi animaciji za razumevanje nista zahtevali visokih sposobnosti prostorskih zaznav, ki so sicer bolj razvite pri vizualnih tipih ljudi. Podobno velja za učenje z besedilom in slikami in klasičen način učenja, kjer so dijaki v enaki meri sprejemali tako vizualne kot verbalne informacije, zato so bili tudi v tem primeru najuspešnejši vizualni-verbalni tipi učencev. Shany in Nachmias (2000) sta v svoji raziskavi dokazala, da učenje z računalnikom (multimedija, spletne strani) zaradi svoje pestrosti zadovoljuje potrebe ljudi z različnimi učnimi stili, da pa je uspešnost učenja pri enih tipih bolj pri drugih pa manj izražena. Zato je uporaba računalnika pri učenju tudi v tem pogledu dobrodošla, saj je v razredu ponavadi prisotnih veliko dijakov z različnimi kombinacijami učnih stilov, ki naj bi jih po besedah omenjenih raziskovalcev pri delu z računalnikom laže upoštevali kot pri drugih načinih učenja.

Spol ni imel pomembnega vpliva na rezultate dijakov na preizkusu znanja, niti na znanje in razumevanje. Morda bi glede na izsledke nekaterih raziskav, ki so preučevale vpliv spola pri učenju z računalnikom tudi v naši raziskavi pričakovali, da bodo fantje uspešnejši kot dekleta. Po Proostu in sod. (1997) naj bi se fantje raje učili z računalniki, kljub temu da naj bi bilo njihovo učenje površno (Riding in Grimley, 1999), po Passingu in Levinu (1999, 2000) pa naj bi jim učenje z računalnikom predstavljalo varnejše učno okolje, saj preživijo ob njem več časa kot dekleta. Očitno je delo z računalnikom postalo domače tudi dekletom, zato v naši raziskavi na tem področju ni opaznih razlik med spoloma. Tako smo prišli do podobnih rezultatov kot Barrett in Lally (1999), ki v svoji raziskavi učenja na daljavo nista opazila razlik med spoloma na ravni samega učenja. Podobno ugotavljata tudi Shany in Nachmias (2000), ki sta poudarila, da je uspešnost učenja z računalnikom bolj kot od spola odvisna od znanja in spretnosti, ki jih ima posameznik razvite za delo z računalnikom. Sicer v izobraževanju nasploh velja, da so uspešnejša dekleta, a se pri nas te razlike niso izrazile, morda tudi zato, ker je bila tema učenja s področja naravoslovja, kar je bilo v nekaterih raziskavah dokazano, da je bolj domena fantov kot deklet (Wheelock in Dorman, 1988; Eccles in Midgley, 1989).

Način učenja je imel med vsemi spremenljivkami največji vpliv na rezultate na preizkusu znanja, na znanje in razumevanje dijakov, kar smo razložili že v prvem poglavju razprave (poglavje 5.1.1). Na tem mestu je vredno poudariti le to, da se je v naši raziskavi vpliv načina učenja pokazal kot daleč najmočnejši – torej je za uspešnost učencev način učenja veliko bolj pomemben kot njihov učni stil in spol, pa tudi nekoliko bolj kot predznanje. To je gotovo pomembno spoznanje za vse pedagoške delavce, ki se dostikrat obremenjujejo s tem, kako organizirati učno uro, da bo ustrezala dijakom z različnimi učnimi stili, da bo ustrezala tako fantom kot dekletom in bo hkrati ustrezala vsem dijakom, ne glede na njihovo predznanje. Iz rezultatov naše raziskave lahko rečemo, da je za uspešno učenje bistven način učenja in imajo drugi omenjeni dejavniki pri tem manjši (predznanje) ali zanemarljiv vpliv (spol in učni stil).

5.1.5 Vpliv predznanja, spola, učnega stila in načina učenja na rezultat na ponovnem preizkusu znanja ter ločeno na trajnost znanja in razumevanja dijakov

Peto hipotezo, ki se glasi: »Predznanje, spol, učni stil in način učenja vplivajo na rezultate na ponovnem preizkusu znanja po petih tednih ter ločeno na trajnost znanja in razumevanja dijakov« glede na izsledke naše raziskave v celoti potrjujemo, saj so vse spremenljivke bolj ali manj pomembno vplivale tako na rezultate na ponovnem preizkusu znanja kot tudi ločeno na trajnost znanja in razumevanja.

V primeru rezultatov na ponovnem preizkusu znanja pa tudi v primeru analize posebej trajnosti znanja in trajnosti razumevanja, sta se kot najbolj pomembna napovednika uspeha dijakov izkazala tako predznanje dijakov kot način učenja. O vplivu načina učenja na rezultate na ponovnem preizkusu znanja ter ločeno na znanje in razumevanje smo govorili že v drugem poglavju razprave (poglavje 5.1.2). Predznanje pa ima, kot je bilo pričakovati, vpliv ne samo na pridobitev znanja in razumevanja, ampak posledično tudi na njuno trajnost. Tako Mayer kot Schnotz sta v svojih modelih učenja poudarila pomemben vpliv predznanja na učenje. Učenec namreč nove vsebine med učenjem v določeni fazi povezuje z že obstoječim znanjem. Večje je predhodno znanje in manj odstopa od novih vsebin, lažje poteče proces učenja. To pomeni, da si učenec v tem primeru vsebino boljše zapomni in jo tudi bolje razume. Vse to posledično vpliva na boljšo trajnost oz. ohranjanje naučenih vsebin, kar se je pokazalo tudi v naši raziskavi.

Manjši, a vseeno pomemben napovednik rezultata na ponovnem preizkusu znanja ter ločeno trajnosti znanja in razumevanja je bil spol. Izkazalo se je, da so dekleta po petih tednih dosegla višji uspeh ter ohranila več znanja in razumevanja v primerjavi s fanti po učenju v različnih pogojih, torej tudi po učenju z multimedijo. To je v skladu z raziskavo Ridinga in Grimleyja (1999), ki sta ugotovila, da se fantje z multimedijo učijo hitreje, a

bolj površno kot dekleta. Iz tega lahko sklepamo, da je učenje deklet temu primerno boljše, kar potrjuje tudi naša raziskava. Posledice uspešnejšega učenja deklet pa so prišle do izraza šele čez pet tednov, pri ponovnem preverjanju znanja in ne takoj po učenju. Morda bi ta rezultat lahko navezali tudi na enega izmed sklepov raziskave, ki sta jo izvedla Passing in Levin (1999, 2000) na populaciji otrok v vrtcih: v tej raziskavi se je namreč pokazalo, da imajo dekleta raje rdeče in rumene odtenke barv v računalniških igricah, medtem ko imajo fantje raje modre in zelene odtenke. Podlaga naše multimedijske predstavitve je bila rdeča, ikone za sprehajanje po menijih pa rumene. Tudi to bi lahko vplivalo na boljše učenje deklet in posledično boljšo trajnost pridobljenega znanja in razumevanja. Prav tako je bila oblika obeh animacij bližje dekletom, saj je bil potek samih animacij sorazmerno počasen, kar po že omenjeni raziskavi Passinga in Levina (1999, 2000) bolj ustreza dekletom kot fantom. Pri učenju z besedilom in slikami so bile slike črno-bele, kar bi lahko bolj ustrezalo fantom kot dekletom (Passinga in Levina, 1999, 2000), ki imajo rada barve. Toda v naši raziskavi so bila kljub temu uspešnejša dekleta tudi pri učenju z besedilom in slikami.

Majhen, a še vedno statistično pomemben negativni napovednik rezultata na ponovnem preizkusu znanja ter trajnosti znanja in razumevanja je bil učni stil, kar pomeni, da so več znanja in razumevanja po učenju ohranili učenci z neizrazitim vizualno-verbalnim učnim stilom. To smo opazili in že obrazložili pri analizi vpliva učnega stila na rezultate na preizkusu znanja takoj po učenju ter ločeno na znanje in razumevanje takoj po učenju. Na tem mestu izpostavljamo le to, da je bil vpliv učnega stila na trajnost uspeha večji kot na uspeh dijakov takoj po učenju.

Dobro je poudariti, da sta bila vpliv predznanja in načina učenja na rezultate na ponovnem preizkusu znanja ter ločeno na trajnost znanja in razumevanja podobno velika, medtem ko je bil vpliv načina učenja na rezultate preizkusa znanja takoj po učenju ter ločeno na znanje in razumevanje veliko večji kot vpliv predznanja. Na trajnost uspeha sta bolj kot na uspeh takoj po učenju vplivala spol in učni stil. Iz tega lahko potegnemo zaključek, da je predznanje zelo pomembno za uspeh učenja in tudi za ohranjanje naučenega znanja, da pa se vpliv načina učenja na uspeh s časom manjša, a kljub temu ostaja najvišji, do večjega vpliva pa ob tem prihajata spol in učni stil. To govori v prid raziskavam, ki poudarjajo vpliv različnih dejavnikov na uspeh učenja z multimedijo, in bolj kot v multimediji sami na sebi vidijo uspešnost učenja z multimedijo v predznanju. Ta namreč učencem pomaga slediti sicer pogostokrat prehitrim in prezahtevnim multimedijskim predstavitvam (Sweller, 1994; Sweller in Chandler, 1994; Lowe, 2003) in jim pomaga, da se osredotočijo na ključne vsebine predstavitve (Schnotz in sod., 1993; Lowe, 2003, 2004). To v končni fazi potrjujejo tudi izsledki naše raziskave, ki največji vpliv na uspeh dijakov poleg načina učenja pripisujejo ravno predznanju.

5.1.6 Vpliv vstopne motivacije, spola, učnega stila in načina učenja na različne vidike učne motivacije dijakov takoj po učenju

Šesto hipotezo, ki se glasi: »Vstopna motivacija, spol, učni stil in način učenja vplivajo na različne vidike učne motivacije dijakov takoj po učenju« glede na izsledke naše raziskave potrjujemo le delno, saj je med vsemi spremenljivkami na različne vidike motivacije dijakov najbolj vplivala vstopna motivacija, vpliv ostalih spremenljivk pa je bil v določenih vidikih motivacije pomemben, v določenih pa ne.

Kot najboljši napovednik motivacije dijakov takoj po učenju se je pokazala vstopna motivacija, in sicer v vseh petih vidikih motivacije, ki smo jih merilii: za notranjo in zunanjo motivacijo, za občutek o pomembnosti učenja genetike, za samoučinkovitost pri učenju genetike in za strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike. V vseh primerih so bili dijaki z višjo vstopno motivacijo višje motivirani tudi takoj po učenju. Poleg tega se je v primeru notranje motivacije kot drugi pomemben napovednik pokazal učni stil in za njim način učenja, v primeru zunanje motivacije poleg načina učenja še spol in v primeru občutka o pomembnosti učenja genetike tako način učenja kot spol in učni stil. Najbolj notranje motivirani so bili dijaki z neizrazitim vizualno-verbalni učnim stilom. Zunanje so bili bolj motivirani fantje kot dekleta. Višji občutek o pomembnosti učenja genetike je bil izražen pri fantih in dijakih, ki imajo neizrazit vizualno-verbalni učni stil. To lahko navežemo na spoznanja Pintricha (1999), ki je ugotovil, da učne aktivnosti, ki se učencem zdijo uporabne in zanimive, vplivajo na višji občutek pomembnosti učenja. V našem primeru je bilo učenje z računalnikom za fante verjetno zanimivejše kot za dekleta (Proost in sod., 1997) in je vplivalo na razvoj njihovega občutka o pomembnosti učenja, hkrati pa povečalo njihovo zunanjo motivacijo. Bi pa višja zunanja motivacija po raziskavah Woltersa in sod. (1996) lahko vplivala na padec občutka o pomembnosti učenja pri fantih, a se to v našem primeru ni zgodilo.

O motivaciji v povezavi z načinom učenja smo spregovorili že v tretjem poglavju razprave (poglavje 5.1.3). Na tem mestu izpostavljamo le to, da je bil vpliv načina učenja ob ostalih spremenljivkah na motivacijo dijakov takoj po učenju z multimedijo majhen, in opazen le v primeru notranje in zunanje motivacije ter pri občutku o pomembnosti učenja genetike. V vseh treh vidikih se je pokazalo, da je učenje samo z besedilom in učenje z besedilom in slikami pozitivni napovednik motivacije dijakov takoj po učenju: dijaki, ki so se učili samo z besedilom in tisti, ki so se učili z besedilom in slikami, so imeli višjo motivacijo takoj po učenju kot dijaki, ki so se učili z multimedijo. Pomembnost učenja je bila pri dijakih, ki so se učili z besedilom in slikami in tistih, ki so se učili samo z besedilom morda višja zato, ker so se učili z na njim bolj znan in med šolanjem večkrat uporabljenim načinom učenja, zaradi česar so verjetno učenje v naši raziskavi vzeli bolj resno. Od tod morda tudi višja notranja motivacija za učenje. Višjo zunanjo motivacijo pri dijakih, ki so se učili samo z besedilom ter z besedilom in slikami pa je težko razložiti, saj bi pričakovali, da je kljub

vsemu učenje z multimedijo bolj motivirajoče za dijake. Morda pa je pri teh dijakih toliko bolj prišla do izraza pomembnost same tematike, o kateri so se učili, saj svojega zanimanja niso usmerjali v druge dejavnosti, npr. delo z računalnikom. Tega vidika v naši raziskavi nismo merili, tako da gre le za naše domneve, ki pa bi jih bilo v bodoče dobro preveriti, saj bi nam verjetno pomagale pri sami interpretaciji vpliva načinov učenja na motivacijo dijakov.

5.1.7 Vpliv vstopne motivacije, spola, učnega stila, načina učenja in motivacije takoj po učenju na različne vidike končne učne motivacije dijakov

Sedmo hipotezo, ki se glasi: »Vstopna motivacija, spol, učni stil, način učenja in motivacija takoj po učenju vplivajo na različne vidike končne učne motivacije dijakov« glede na izsledke naše raziskave potrjujemo le delno, saj sta med vsemi spremenljivkami na različne vidike končne motivacije dijakov najbolj vplivala vstopna motivacija oz. način učenja, vpliv ostalih spremenljivk pa je bil v določenih vidikih končne motivacije pomemben, v določenih pa ne.

Kot najboljši napovednik končne motivacije dijakov se je pokazala vstopna motivacija, in sicer v primeru končne notranje motivacije, pomembnosti učenja genetike in strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike: v vseh teh vidikih so bili dijaki z višjo vstopno motivacijo višje motivirani tudi po petih tednih. Tudi na končni občutek o samoučinkovitosti je imela vstopna motivacija pomemben pozitiven vpliv, a še večjega je imel način učenja: v tem primeru so višjo samoučinkovitost po petih tednih čutili dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami in tisti, ki so se učili samo z besedilom. Način učenja je bil najpomembnejši in edini tako močan napovednik končne zunanje motivacije. Pri tem so bili po petih tednih višje zunanje motivirani dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami in tisti, ki so se učili samo z besedilom. Način učenja je imel manjši vpliv še na končni občutek o pomembnosti učenja genetike, ni pa imel vpliva na končno notranjo motivacijo in na strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike po petih tednih. Spol je bil pomemben napovednik predvsem končne zunanje motivacije, pa tudi končnega občutka o pomembnosti učenja genetike (a ne v 4. koraku analize) in končnega strahu pred ocenjevanjem znanja (samo v 2. koraku analize): po petih tednih so bila višje zunanje motivirana dekleta, ki so tudi čutila višji strah pred ocenjevanjem znanja, fantje pa so čutili višjo pomembnost učenja genetike. Učni stil je bil pomemben negativen napovednik končne notranje motivacije, končnega občutka o pomembnosti učenja, končne samoučinkovitosti in končnega strahu pred ocenjevanjem znanja: v vseh primerih so bili najvišje motivirani dijaki z mešanim vizualno-verbalnim učnim stilom. Motivacija takoj po učenju je bila eden od pomembnih napovednikov končne motivacije, a le v primeru notranje (močnejši napovednik) in zunanje motivacije ter občutka o pomembnosti učenja (šibkejši napovednik): dijaki z visoko notranjo motivacijo takoj po učenju so bili višje

notranje motivirani tudi po petih tednih; enako velja tudi v primeru končnega občutka o pomembnosti učenja genetike; zunanja motivacija takoj po učenju je bila negativni napovednik končne zunanje motivacije, kar pomeni, da so bili dijaki, ki so imeli visoko zunanjo motivacijo takoj po učenju, po petih tednih nižje zunanje motivirani. To kaže na zelo kratkoročen vpliv zunanje motivacije, v katero torej ni vredno veliko vlagati.

O trajnosti motivacije v povezavi z načinom učenja smo spregovorili že v tretjem poglavju razprave (poglavje 5.1.3). Na tem mestu izpostavljamo le to, da je v primerjavi z motiviranostjo dijakov takoj po učenju vpliv vstopne motivacije po petih tednih padel, najbolj izrazito pri zunanji motivaciji, a je kljub vsemu vstopna motivacija ostala najboljši napovednik končne notranje motivacije, končne pomembnosti učenja genetike in končnega strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike. Je pa v petih tednih prišel do večjega vpliva načina učenja, in sicer predvsem pri končni zunanji motivaciji in končni samoučinkovitosti. Zanimiv, čeprav majhen je vpliv spola, ki se v primeru zunanje motivacije v petih tednih spremeni: in sicer so takoj po učenju višje zunanje motivirani fantje, po petih tednih pa dekleta. Morda je ravno zaradi višje zunanje motivacije deklet po petih tednih tudi njihov rezultat na ponovnem preizkusu znanja višji od fantov. Takoj po učenju namreč med fanti in dekleti v rezultatih ni bilo razlik, kljub temu da so bili fantje bolj zunanje motivirani in so čutili višjo pomembnost učenja genetike. Glede na rezultate naše raziskave bi lahko sklepali, da zunanja motivacija bolj vpliva na uspeh deklet kot fantov. Tudi učni stil se pri vprašanju samoučinkovitosti še bolj pa pri strahu pred ocenjevanjem znanja izrazi kot bolj pomemben napovednik motivacije šele po petih tednih. Presenetljivo je, da motivacija takoj po učenju ni imela večjega vpliva na motivacijo dijakov po petih tednih. Njen vpliv je izrazitejši le v primeru končne notranje motivacije: višje notranje motivirani dijaki takoj po učenju so bili višje notranje motivirani tudi po petih tednih. To pomeni, da za trajnost motivacije ni bistvena motivacija takoj po učenju, ampak veliko bolj vstopna motivacija, v primeru končne zunanje motivacije pa predvsem način učenja.

5.2 SKLEPI

V raziskavi smo pri dijakih preverjali vpliv učenja z multimedijo na znanje in razumevanje učne teme o izražanju genov ter ta učinek primerjali z učinkom učenja samo z besedilom, z besedilom in slikami ter s klasičnim načinom učenja. Polega tega nas je zanimal tudi vpliv različnih načinov učenja na trajnost pridobljenega znanja in razumevanja. Pri tem smo merili tudi motivacijo dijakov in njeno trajnost. Nazadnje nas je zanimal vpliv različnih spremenljivk (predznanje oz. vstopna motivacija, spol, učni stil, način učenja in motivacija takoj po učenju) na uspeh in motiviranost dijakov takoj po učenju in po petih tednih.

Sklepi naše raziskave so:

1. Učenje z multimedijo prispeva k boljšemu znanju in razumevanju izražanja genov.
2. Podoben vpliv na znanje in razumevanje snovi ima poleg učenja z multimedijo tudi učenje z besedilom in slikami.
3. Najmanj znanja in razumevanja pridobijo učenci pri učenju samo z besedilom.
4. Multimedija ima največji vpliv na trajnost znanja in razumevanja naučene snovi.
5. Največji padec razumevanja se zgodi pri dijakih, ki se učijo pri klasični uri.
6. Največji padec znanja se zgodi pri dijakih, ki se učijo z besedilom in slikami.
7. Na višjo motiviranost dijakov multimedija nima večjega vpliva.
8. Stabilnost notranje motivacije v času je opazna le pri dijakih, ki se učijo z multimedijo.
9. Strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike naraste v času le pri dijakih, ki se učijo z multimedijo.
10. Na znanje in razumevanje naučene snovi ima med vsemi spremenljivkami (predznanje, spol, učni stil in način učenja) največji vpliv način učenja.
11. Na trajnost znanja in razumevanja naučene snovi imata med vsemi spremenljivkami (predznanje, spol, učni stil in način učenja) največji in podobno močan vpliv način učenja in predznanje.
12. Vpliv spola in učnega stila na znanje in razumevanje dijakov in njuno trajnost je zanemarljiv, nekoliko bolj izrazit pa vseeno pri trajnosti znanja in razumevanja: dekleta so uspešnejša od fantov; najuspešnejši so dijaki z mešanim vizualno-verbalnim stilom učenja.
13. Na motivacijo dijakov takoj po učenju ima med vsemi spremenljivkami (vstopna motivacija, spol, učni stil in način učenja) največji vpliv vstopna motivacija, in sicer v primeru vseh petih merjenih vidikov motivacije (notranje in zunanje, pomembnosti učenja genetike, samoučinkovitosti pri učenju genetike in strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike).
14. Vpliv spola, učnega stila in načina učenja so pomembni pri vplivu na notranjo in zunanjo motivacijo ter na zaznavanje pomembnosti učenja genetike.
15. Na končno zunanjo motivacijo in končno samoučinkovitost ima največji vpliv način učenja.
16. Motivacija takoj po učenju pomembno vpliva samo na končno notranjo motivacijo.
17. Vstopna motivacija ima največji vpliv na končno notranjo motivacijo, na končen občutek o pomembnosti učenja genetike in na končen strah pred ocenjevanjem znanja iz genetike.
18. Vpliv zunanje motivacije je zelo kratkotrajen.
19. Spol ima minimalen vpliv na zunanjo motivacijo: fantje so više zunanje motivirani takoj po učenju, dekleta pa po petih tednih.
20. Fantje čutijo višjo pomembnost učenja genetike kot dekleta v celotni raziskavi.
21. Strah pred ocenjevanjem znanja se pri dekletih v petih tednih pomembno zviša.

22. Na zunanjo motivacijo in samoučinkovitost takoj po učenju ima vstopna motivacija še enkrat nižji vpliv kot na ostale vidike motivacije, na njuno trajnost pa za razliko od ostalih vidikov motivacije, vpliva predvsem način učenja.

5.2.1 Predlogi, povezani z raziskovalno metodologijo

Schrader in Lawless (2007) sta v svojem članku poudarila, da je evalvacija učenja v kompleksnem okolju, pa naj bo to učenje preko interneta ali s sodobno tehnologijo (multimedijo), zelo težavna. Za bolj natančno razlago uspešnosti učenja je po njunem mnenju potrebno slediti sam proces učenja, kar pa je zelo zahtevno. V preteklosti so si pri tem pomagali s snemanjem učne ure ali raznimi vprašalniki. V zadnjem času pa razvijajo orodja, ki pri učenju z računalnikom shranjujejo korake učenja vsakega posameznika, ki jih nato raziskovalci analizirajo ter povežejo skupaj z uspehom pri reševanju preizkusov znanja. Tako raziskovalci dobijo boljši vpogled v sam proces učenja in posledično v razloge za uspeh ali neuspeh. Hkrati jim ti podatki koristijo pri samem oblikovanju sodobnih tehnologij učenja. Vsekakor bi bilo ta vidik v bodoče dobro upoštevati. Tudi v naši raziskavi bi morali dati več poudarka na opazovanje učencev med procesom učenja in to, poleg rezultatov znanja upoštevati pri vrednotenju učinkovitosti učenja. Tako bi rezultate naše raziskave lahko posplošili z večjo zanesljivostjo.

Med raziskavo se je odprlo še kar nekaj vprašanj in idej, kako bi lahko samo raziskavo nadgradili in jo izboljšali, s tem pa odgovorili še na katero odprto vprašanje o učinkovitosti multimedije pri učenju. Vsekakor bi bilo potrebno v petih tednih, ko smo ponovno merili uspeh in motiviranost dijakov, zagotoviti čim bolj enake pogoje za vse dijake, da bi potem lažje primerjali rezultate vseh skupin med seboj in tako dobili realnejšo oceno dogajanja tudi v skupini, ki se je učila smo z besedilom in v kateri so učitelji naknadno še enkrat razložili snov. Ena rešitev bi bila lahko ta, da bi za učenje izbrali snov, ki ni del učnega načrta, zaradi česar se dijaki v obdobju petih tednov ne bi več srečevali z znanji, ki so se jih naučili v eksperimentalni uri in bi bila ocena pozabljanja objektivnejša. Druga možnost je, da bi znanje preverjali še enkrat po enem ali celo enem letu in pol po učenju, s čimer bi verjetno zmanjšali vpliv dogajanja takoj po učenju na znanje in razumevanje snovi. V raznih raziskavah so se kot dobri pokazatelji dogajanja med raziskavo dostikrat izkazali intervjuji, ki so jih raziskovalci opravili z nekaterimi udeleženci. Tudi rezultati teh so prispevali k lažji in boljši razlagi dobljenih rezultatov uspeha ali motiviranosti učencev. Tako bi lahko tudi v naši raziskavi kombinirali kvalitativne in kvantitativne metode merjenja z rezultati vprašalnikov in opazovanja dogajanja ter tako prišli do zanesljivejših ugotovitev in sklepov, ki bi jih lažje posplošili.

Morda bi bilo v prihodnje dobro preveriti tudi razliko v učinkovitosti učenja z multimedijo ob govorjenem ali napisanem besedilu, pa tudi učenje z multimedijo v primerjavi z vodenim učenjem z multimedijo. S tem bi prišli do podrobnejšega vpogleda na vpliv multimedije, ki jo najdemo v raznih oblikah in izvedbah, zaradi česar na učenje ne učinkuje vedno enako močno niti vedno pozitivno.

Velik doprinos k možnosti posploševanja naših rezultatov bi nenazadnje predstavljala tudi možnost, da bi vse sodelujoče dijake naključno razdelili v eksperimentalne skupine. V naši raziskavi smo bili zaradi same izvedbe vezani na razrede in smo le-te naključno podredili različnim pogojem učenja. Rezultati naše raziskave zato temeljijo na kvazi eksperimentalni metodi.

5.2.2 Predlogi za pedagoško prakso

Rezultati naše raziskave prav gotovo predstavljajo pomemben doprinos k do sedaj narejenim raziskavam na področju uporabe multimedije v procesu učenja. Potrjujejo njen pozitiven vpliv na znanje in razumevanje snovi, še bolj pa na njuno trajnost. Hkrati postavljajo pod vprašaj njen vpliv na motiviranost učencev. S tem opozarjajo na uporabo multimedije vse tiste učitelje, ki želijo popestriti svoje ure z delom na računalniku in z njim bolj motivirati dijake za njihov predmet. Po naši raziskavi je namreč vpliv multimedije na motiviranost dijakov v primerjavi z drugimi spremenljivkami zanemarljiv. Zato je verjetno bolje poskrbeti za motivacijo dijakov preko drugih poti. Naša raziskava pa kaže tudi na to, da motiviranost dijakov ni bistvena za njihov uspeh, ampak je to v prvi vrsti način učenja. Zato je uporaba multimedije zelo dobrodošla in zaželena, sploh pri učenju težko predstavljivih struktur in procesov. In čeprav ne vpliva na višjo motiviranost dijakov, vsekakor vpliva na njihovo znanje in razumevanje, kar pa je eden najpomembnejših ciljev učenja. Uporaba multimedije naj bo konstantna, da bo tako predstavljala varno učno okolje in ne bo povzročala porasta anksioznosti, kar je bilo opaziti v naši raziskavi po petih tednih, predvsem pri dekletih.

Poleg tega lahko na osnovi naše raziskave potrdimo, da je samostojno učenje s članki, učbeniki in drugim besednim gradivom, ki je opremljeno s primernimi slikami, enako učinkovito kot učenje z multimedijo in učinkovitejše od klasičnega učenja. Le s časom znanje po takšnem učenju hitreje upada kot v primeru učenja z multimedijo ali na klasičen način. To pomeni, da je pri pouku vsaj občasno dobrodošlo samostojno učenje z ustrezno pripravljenim gradivom. Sploh, če nimamo možnosti učenja z računalnikom, želimo pa razbiti monotonost poteka učnih ur. Nikakor v tem primeru ne priporočamo učenja samo z besedilom, saj se je v naši raziskavi izkazal za najmanj uspešnega. Pri njem dijaki niso uspeli pridobiti ustreznega znanja za razumevanje procesa izražanja genov in so jim med našo raziskavo učiteljice ponovno razložile snov.

V naši raziskavi se je izkazalo, da je pri uporabi multimedije potrebno upoštevati predznanje dijakov, če želimo čim bolje izkoristiti njen vpliv na učenje. To pomeni, da je pri poučevanju pomembno najprej ugotoviti, koliko predznanja imajo učenci z nekega področja in nato temu prilagodimo način podajanja nove snovi. To velja tudi v primeru učenja z multimedijo, ki se je v naši raziskavi izkazal za najuspešnejši način, saj bi učenci brez nekega osnovnega predznanja, tako s strokovnega področja kot dela z računalnikom, težko sledili sami multimedijski predstavitvi.

Verjetno je za pedagoško delo zanimivo tudi odkritje raziskave, da spol in učni stil nista imela večjega vpliva na znanje in razumevanje dijakov ter njuno trajnost. Vsekakor je to spoznanje dobrodošlo za učitelje, ki se zavedajo obstoja različnih učnih stilov in zato morda prepogosto menjajo svoje metode poučevanja. Po drugi strani pa je to pomembno tudi za učitelje, ki jim zavedanje obstoja različnih učnih stilov jemlje voljo do ustvarjalnosti, saj menijo, da nikakor ni mogoče ustreči vsem dijakom, zato metode poučevanja skorajda ne spreminjajo. Verjetno je resnica nekje v sredini, a se to ni izkazalo za bistveno. Pomembno je predvsem to, da s stilom in metodami poučevanja ustvarimo varno učno okolje, ki hkrati ni preveč monotono za učence, kar pomeni, da od časa do časa ustrezno tematiki uporabimo novost, kot npr. delo z literaturo, samostojno učenje z multimedijo, sodelovalno učenje, projektno delo, demonstracijo.

Tudi pri prizadevanjih kako motivirati svoje učence, glede na izsledke naše raziskave učiteljem ni potrebno izgubljati preveč časa in energije. Nanjo namreč najbolj vpliva vstopna motivacija, torej motivacija, s katero učenci vstopajo v proces obravnavanja neke tematike. Morda je pri tem bolj kot način učenja v tistem trenutku pomembnejši odnos učitelja do predmeta nasploh, njegov odnos do dijakov, razredna klima, vpliv staršev in še kaj bi lahko našteli. Tega sicer v naši raziskavi nismo preverjali, a iz izkušenj, ki jih imamo učitelji in raziskav s tega področja, lahko to trdimo z dokaj veliko gotovostjo.

Pri upoštevanju spola v povezavi z motivacijo bi glede na rezultate naše raziskave izpostavili strah, ki je po petih tednih pomembno narastel pri dekletih in na pomembnost učenja, ki je bila vse čas raziskave višja pri fantih. To pomeni, da moramo biti kot učitelji pozorni na dekleta, predvsem pred ocenjevanjem znanja, da se v razredih, ki so bolj dekliški, ne ustvari preveč anksiozna klima. Hkrati jih moramo vse čas vzpodbujati pri učenju in kazati na uporabnost znanja za njihovo življenje, da bi povišali njihov občutek o pomembnosti učenja. To velja predvsem za naravoslovne znanosti, kjer se ugotavlja padec interesa med srednješolci, še posebej med dekleti.

6 POVZETEK

6.1 POVZETEK

Krnel (2008) trdi, da multimedija zaradi svojih pozitivnih vplivov napoveduje možnosti za vseživljenjsko učenje, ki poteka ob različnih časih in v različnem okolju, spontano in iz notranje motivacije. To smo želeli preveriti tudi v naši raziskavi, in sicer na populaciji srednješolcev pri pouku biologije. Za temo smo izbrali proces izražanja genov, ki se ponavadi obravnava znotraj poglavij genetike in predstavlja osnovo za razumevanje delovanja genov in nastajanja beljakovin, določanja in dedovanja lastnosti organizmov ter številnih sodobnih tehnologij in metod genskega spreminjanja organizmov. Nenazadnje je proces izražanja genov povezan tudi z razumevanjem in zdravljenjem številnih bolezni. Prav zaradi aktualnosti same teme se nam je zdelo zanimivo pri učenju te teme preveriti vpliv multimedije in drugih načinov učenja. Hkrati pa je bila to redna snov biologije sodelujočih razredov.

V raziskavi smo želeli preveriti vpliv učenja z multimedijo v primerjavi z nekaterimi drugimi načini učenja na znanje in razumevanje dijakov pa tudi njuno trajnost, kar smo preverili po petih tednih po učenju. Poleg tega nas je zanimal vpliv multimedije na različne vidike motivacije dijakov takoj po učenju in po petih tednih. Ob tem smo analizirali tudi vpliv različnih spremenljivk (spola, učenga stila, predznanja oz. vstopne motivacije, načina učenja in motivacije takoj po učenju) na znanje, razumevanje in motiviranost dijakov ter njihovo trajnost.

V raziskavi je sodelovalo 468 dijakov dveh ljubljanskih gimnazij in dveh srednjih strokovnih šol. Razrede dijakov smo naključno razdelili v štiri skupine, glede na način učenja. Prva skupina se je učila samo z besedilom, druga z besedilom in slikami, tretja na klasičen način z učiteljem, ki je razlagal snov, četrta pa s pomočjo multimedijske učne enote. En teden pred učenjem so dijaki pri uri biologije reševali predpreizkus znanja, motivacijski vprašalnik in vprašalnik o učnih stilih. Čez en teden so imeli za učenje izražanja genov v enem izmed naštetih pogojev na voljo 45 minut. Takoj za tem je sledilo reševanje preizkusa znanja in ponovno motivacijskega vprašalnika. Z njima smo preverili znanje in razumevanje naučene snovi ter motiviranost dijakov takoj po učenju. Ker nas je zanimala tudi trajnost izmerjenega, smo meritve znanja, razumevanja in motivacije ponovili še čez pet tednov.

Analiza predpreizkusa znanja je pokazala, da so si bili dijaki različnih eksperimentalnih skupin v svojem predznanju statistično pomembno različni. Zato smo pri vseh nadaljnjih analizah rezultate predpreizkusa znanja upoštevali kot kovariat, izračune pa izvedli s

pomočjo analize kovariance in analize kovariance s ponavljajočimi merjenji. Za primerjavo rezultatov takoj po učenju in po petih tednih smo uporabili T-test, za analizo vpliva različnih spremenljivk pa hierarhično regresijsko analizo. Preizkus znanja je bil sestavljen tako, da je delno preverjal znanje, delno pa razumevanje učne snovi. Zato smo tudi analize rezultatov delali na treh ravneh: na ravni celotnega rezultata na preizkusu znanja ter ločeno na ravni znanja (poznavanja podatkov) in na ravni razumevanja.

Če povzamemo rezultate naše raziskave, vidimo, da so najvišji uspeh na preizkusu znanja takoj po učenju dosegli ter največ znanja in razumevanja pridobili dijaki, ki so se učili z multimedijo ali z besedilom in slikami, najmanj pa dijaki, ki so se učili samo z besedilom Največ znanja v času petih tednov so ohranili dijaki, ki so se učili pri klasični učni uri, največ razumevanja pa dijaki, ki so se učili z multimedijsko učno enoto. Kljub temu so glede na rezultate na ponovnem preizkusu znanja ter posebej gledano na znanje in razumevanje po petih tednih ostali najuspešnejši dijaki, ki so se učili z multimedijo in takoj za njimi tisti, ki so se učili z besedilom in slikami, njim pa so se zelo približali oz. se z njimi izenačili dijaki, ki so se učili pri klasični uri. Iz tega lahko zaključimo, da je v našem primeru uporaba multimedije ali vsaj slik ob besedilu olajšala učenje izražanja genov. Na trajnost znanja in razumevanja pa je imela vsekakor največji vpliv multimedija, saj smo pri dijakih, ki so se učili z besedilom in slikami v petih tednih opazili največji padec znanja ter tudi drugi največji padec razumevanja in rezultata na ponovnem preizkusu znanja. Klasičen način učenja se je razen učenja samo z besedilom, kjer je prišlo do nepredvidenega vpliva na trajnost znanja in razumevanja dijakov preko njihovih učiteljic, izkazal za najmanj uspešen način učenja, saj so bili dijaki, ki so se učili pri klasični uri takoj po učenju med najmanj uspešnimi, po petih tednih pa je bil pri njih opazen največji padec razumevanja in rezultata na preizkusu znanja, ne pa tudi znanja. V poznavanju podatkov je bilo v tej skupini v dobi petih tednov opaziti najmanjši upad.

Pri analizi različnih vidikov motivacije se učenje z multimedijo ni izkazalo za pozitivnejšega od ostalih načinov učenja. Nasprotno, dijaki, ki so se učili z multimedijo, so bili pomembno nižje notranje in zunanje motivirani in so občutili nižjo pomembnost učenja genetike od dijakov, ki so se učili samo z besedilom ter tistih, ki so se učili z besedilom in slikami. V občutku samoučinkovitosti pri učenju genetike in v strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike pa med dijaki, ki so se učili z multimedijo in ostalimi dijaki ni bilo pomembnih razlik. Tudi po petih tednih je ostala notranja motivacija dijakov, ki so se učili z multimedijo pomembno nižja od notranje motivacije ostalih dijakov. Zunanja motivacija ter občutek o pomembnosti in zmožnosti učenja genetike dijakov, ki so se učili z multimedijo pa so bili pomembno nižji samo od dijakov, ki so se učili z besedilom in slikami in tistih, ki so se učili samo z besedilom. V strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike se dijaki tudi po petih tednih niso pomembno razlikovali med seboj, nekoliko je bil nakazan porast strahu le v skupini, ki se je učila z multimedijo, a je ostal na meji statistične pomembnosti. Pri tem je zanimivo tudi to, da so samo dijaki, ki so se učili z

multimedijo v dobi petih tednov ohranili enako mero notranje motivacije, pri vseh ostalih pa je le-ta pomembno padla (besedilo, besedilo s slikami) ali narasla (klasična ura). Iz tega lahko zaključimo, da je uporaba multimedije različno vplivala na različne vidike motivacije.

Analiza vpliva predznanja, spola, učnega stila in način učenja na znanje in razumevanje dijakov je razkrila največji vpliv načina učenja (besedilo, besedilo s slikami, klasična ura in multimedija), za njim pa vpliv predznanja: dijaki z višjim predznanjem so dosegli boljši uspeh ter pokazali višje znanje in razumevanje snovi. Vpliv načina učenja je razkril enako stanje, kot smo ga že predhodno omenili pri analizi vpliva načina učenja na rezultate na preizkusu znanja ter ločeno na znanje in razumevanje dijakov brez upoštevanja vpliva ostalih spremenljivk: v rezultatih na preizkusu znanja in v znanju so bili od dijakov, ki so se učili z multimedijo slabši tisti dijaki, ki so se učili z besedilom in slikami in tisti, ki so se učili samo z besedilom; v razumevanju pa le dijaki, ki so se učili samo z besedilom. Vpliv spola ni bil pomemben, vpliv učnega stila pa zelo majhen, a najpomembnejši (v primerjavi s predtestom) v primeru razumevanja: največ razumevanja so pridobili dijaki, ki so imeli mešani vizualno-verbalni učni stil.

Analiza vpliva predznanje, spola, učnega stila in načina učenja na trajnost znanja in razumevanja dijakov je razkrila podobno močan vpliv dveh spremenljivk - načina učenja in predznanja. Dijaki z višjim predznanjem so po petih tednih po učenju dosegli boljši rezultat ter ohranili več znanja in razumevanja. V primeru načina učenja se je pokazalo takšno stanje, kot smo ga omenili že pri sami analizi vpliva načina učenja na trajnost znanja in razumevanja brez vpliva dodatnih spremenljivk: tako pri rezultatu na ponovnem preizkusu znanja kot gledano ločeno pri trajnosti znanja in razumevanja so bili najboljši dijaki, ki so se učili z multimedijo. Vpliv spola in učnega stila je bil na trajnost znanja in razumevanja dijakov manjši, a vseeno statistično pomemben: dekleta so dosegla višje rezultate tako pri reševanju ponovnega preizkusa znanja, kot pri ohranitvi znanja in razumevanja v petih tednih; poleg tega pa so bili v vseh treh pogledih najboljši tisti dijaki, ki so imeli mešani vizualno-verbalni učni stil.

Če povzamemo spoznanja o vplivih različnih spremenljivk na znanje in razumevanje dijakov in tudi njuno trajnost, lahko rečemo, da je imel v naši raziskavi največji vpliv način učenja, za njim pa, predvsem na trajnost, predznanje dijakov. Spol in učni stil sta se izkazala za manj pomembna napovednika uspešnosti dijakov, gledano takoj po učenju ali po petih tednih. Kljub vsemu lahko rečemo, da se je vpliv načina učenja s časom zmanjšal, vpliv spola in učnega stila pa se je v istem času zvišal, a ostal manj pomemben od vpliva načina učenja. Ta je v celotni raziskavi ostal najmočnejši.

Analiza vpliva vstopne motivacije, spola, učnega stila in načina učenja na motivacijo dijakov takoj po učenju, je pokazala največji vpliv vstopne motivacije, medtem ko je bil

vpliv ostalih spremenljivk majhen ali celo nepomemben. Vpliv vstopne motivacije je bil v vseh petih vidikih motivacije pozitiven: dijaki z višjo vstopno motivacijo (notranjo in zunanjo, občutkom o pomembnosti učenja genetike, občutkom samoučinkovitost pri učenju genetike in strahom pred ocenjevanjem znanja iz genetike) so imeli tudi višjo motivacijo takoj po učenju. Spol je bil pomemben napovednik le pri zunanji motivaciji in občutku o pomembnosti učenja genetike: oba vidika motivacije sta bila višje izražena pri fantih. Učni stil je pomembno vplival na notranjo motivacijo in občutek o pomembnosti učenja genetike: oba vidika sta bila najvišja pri dijakih, ki so imeli enako močno izražen vizualni in verbalni učni stil. Način učenja je imel ob upoštevanju vseh ostalih spremenljivk pomemben vpliv na notranjo in zunanjo motivacijo ter občutek o pomembnosti učenja genetike: pri vseh treh vidikih so bili dijaki, ki so se učili z multimedijo nižje motivirani od dijakov, ki so se učili samo z besedilom in tistih, ki so se učili z besedilom in slikami. Pri tem moramo omeniti še to, da je bil vpliv vstopne motivacije na motivacijo takoj po učenju v primeru notranje motivacije, v primeru občutka o pomembnosti učenja genetike in v primeru strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike še enkrat višji kot v primeru samoučinkovitosti in zunanje motivacije.

Analiza vpliva vstopne motivacije, spola, učnega stila, načina učenja in motivacije takoj po učenju na končno motiviranost dijakov, je pokazala največji vpliv vstopne motivacije, a le v primeru končne notranje motivacije, končne pomembnosti učenja genetike in končnega strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike. Na končno zunanjo motivacijo in končno samoučinkovitost pa je imel največji vpliv način učenja. Motivacija takoj po učenju je imela večji vpliv le na končno notranjo motivacijo. Spol je bil eden izmed pomembnih napovednikov končne zunanje motivacije in končne pomembnosti učenja: dekleta so bila po petih tednih više zunanje motivirana, fantje pa so čutili višjo pomembnost učenja. Učni stil je vplival na vse vidike končne motivacije, razen na zunanjo motivacijo. Njegov vpliv je bil največji v primeru končne notranje motivacije in končnega strahu pred ocenjevanjem znanja: najvišjo motivacijo so pokazali dijaki z mešanim vizualno-verbalnim učnim stilom.

Če primerjamo vpliv različnih spremenljivk na motivacijo dijakov takoj po učenju in po petih tednih, torej vidimo, da je vpliv vstopne motivacije padel, čeprav je ostal najvišji, razen pri končni zunanji motivaciji in končni samoučinkovitosti. V teh dveh vidikih je na končno motivacije najbolj vplival način učenja, ki je v petih tednih prišel še bolj do izraza. Pri ostalih vidikih motivacije je vpliv načina učenja v petih tednih ostal enak (strah pred ocenjevanjem) ali je nekoliko upadel (notranja motivacija in pomembnost učenja). Vpliv spola in učnega stila pa je v času petih tednov ostal podoben, zvišal se je le pri pomembnosti učenja genetike in strahu pred ocenjevanjem znanja iz genetike. Zanimivo je tudi to, da je pri končni zunanji motivaciji in končnem občutku o samoučinkovitosti, kot smo že omenili, vpliv načina učenja zelo narastel, sta pa to edina dva vidika motivacije, na katera je imela vstopna motivacija takoj po učenju še enkrat manjši vpliv kot na ostale vidike motovacije, na katere način učenja ni imel večjega vpliva.

Pri vrednotenju vpliva uporabe multimedijskih učnih pripomočkov pri učenju poglavja iz genetike o izražanju genov v naši raziskavi je bilo torej ugotovljeno, da uporaba le-teh prispeva k boljšemu rezultatu pri preverjanju znanja, k večji pridobitvi znanja in boljšemu razumevanju učne snovi. Prav tako učenje z multimedijskimi pripomočki prispeva k boljši trajnosti znanja in razumevanja dijakov, kar smo preverili po petih tednih po učenju. Na motivacijo dijakov in njeno trajnost uporaba multimedijskih pripomočkov nima pomembnega pozitivnega vpliva. Pri analizi vpliva različnih spremenljivk na motivacijo je imela namreč največji vpliv vstopna motivacija, ki je bila neodvisna od načina učenja, torej tudi uporabe multimedije. Na končno motivacijo vpliva delno vstopna motivacija, delno pa, v primeru zunanje motivacije in samoučinkovitosti, način učenja, a so bili tudi v tem primeru najniže motivirani dijaki, ki so se učili z multimedijo. Nasprotno pa je na znanje in razumevanje dijakov ter njuno trajnost najbolj vplival način učenja in takoj za njim, predvsem na trajnost, predznanje dijakov.

Tako smo v naši raziskavi potrdili mnenje tistih raziskovalcev, ki v multimediji vidijo učni potencial. Zavedati pa se moramo, da je uspeh učenja nasploh in zato tudi učenja z multimedijo odvisen od mnogih dejavnikov in ni nujno zagotovljen z uporabo multimedije. Tudi na področju oblikovanja multimedijskih predstavitev namreč obstaja kar nekaj principov, na katerih temelji oblikovanje učinkovite multimedije. To pomeni, da ni učinkovita vsaka oblika multimedije. Tako je misel Tverskyja in sod. (2002: 258): »Kot vse dobre stvari, moramo tudi multimedijo uporabljati s previdnostjo.«, prisotna v številnih raziskavah in tudi pričujoči pedagoški praksi.

6.2 SUMMARY

According to Krnel (2000) multimedia has a big potential to enable learning through entire life, due to its positive influence on learning process. That was the issue we wanted to search also in our study. The topic students had to learn in our study is one of the basic expertises on genetic field – gene expression. This process is involved in protein synthesis and so helps us to understand how our genes influence our body characteristics, how we can create new organisms by changing their genes and also reveal some aspects of certain diseases. Due to the topical theme, we wanted to test the influence of multimedia on learning gene expression and compare it with the influence of other instructional modes.

The main goal of this study was to explore whether the use of multimedia in genetics instruction contributes more to students´ knowledge, comprehension and motivation than other instructional modes. We were also concerned with the influence of different instructional modes on the retention of acquired knowledge, improvement in comprehension and motivation of students, which we measured after five weeks after

learning. Finally, we estimated the influence of different variables (gender, learning style, prior knowledge, prior motivation, instructional mode and motivation immediately after learning) on knowledge, comprehension and students´ motivation.

In the present study, 468 students, grades 12 and 13 from four different high schools in Ljubljana, Slovenia were included. A quasi-experimental design was used in this study. In each of the four high schools, four different classes were included and randomly assigned to one of the experimental conditions: group 1 was taught only by reading text, group 2 by text supplemented with illustrations, group 3 in the traditional lecture format and group 4 through multimedia that integrated two short computer animations. All students were subjected to the research procedure three times. The first meeting was dedicated to introduce the aims of the study. In order to estimate their prior knowledge, prior motivation for learning genetics and their learning style the students then wrote a pre-test and filled out a motivational questionnaire and learning style questionnaire. On the second occasion, after one week, the students learned for 45 minutes about gene expression in one of the four experimental conditions. Immediately afterwards they wrote a post-test and filled out a motivational questionnaire. The third occasion took place after five weeks, when they were re-tested with the same post-test and they filled out a motivational questionnaire again.

Data were first analysed with One-way analysis of variance. Due to the difference between students in four experimental groups considering their prior knowledge, we continued analysis with the Repeated measures of covariance to find the main differences between groups learning in different instructional modes and between measurements (immediately after learning and after five weeks). Than Univariate analysis of covariance was calculated for each experimental group and each measurement. Further differences were calculated with Bonferroni Post-Hoc test. In order to reveal the differences between the first and the second measurement on each instructional mode we used Paired-Samples T test, and the influence of different variables with Linear regression.

Our results show that the highest scores of post-test immediately after learning were found in the multimedia and the text and illustration groups, and the lowest in the text only group. The same results were observed considering the acquisition of knowledge and improvement in comprehension. With respect to the measure of the retention of acquired knowledge, the traditional study group showed the highest retention. When measuring the overall scores on post-test after five weeks and the retention of improved comprehension, the multimedia group was significantly better comparing to all other groups. Nevertheless, in scores of post-test after five weeks, considering overall scores as well as looking separately of knowledge and comprehension, the most successful was the multimedia group, followed by the text and illustration and traditional study groups. From these results we can conclude that in our research multimedia or at least illustrations near text had

improved learning of gene expression. And also that multimedia had the greatest influence on the retention of comprehension and overall scores of post-test after five weeks. The traditional lecture format proved to be one of the most unsuccessful learning forms, except learning only with text, where unexpected influence on students´ retention of knowledge and comprehension appeared.

Considering students´ motivation, multimedia had no positive influence on it. On the contrary, the multimedia group had the lowest intrinsic and extrinsic motivation and valued the task the lowest compared to the text only and text and illustration groups. Considering self-efficacy and test anxiety, there were no differences between the experimental groups. After five weeks, when we measured students´ motivation again, intrinsic motivation in the multimedia group stayed the lowest, extrinsic motivation, task value and self-efficacy stayed lower compared just to the text only and text and illustration groups. Test anxiety was the same in all four groups. The small rise was observed only in the multimedia group, but was on the edge of significance. It is interesting that the multimedia group was the only group that kept the same amount of intrinsic motivation through the whole research. In all other groups intrinsic motivation through our research had risen (the traditional study group) or fallen (the text and illustration and text only groups). From these results we can conclude that multimedia has different influence on different aspects of students´ motivation.

The analysis of the influence of gender, learning style, prior knowledge, instructional mode on knowledge and comprehension revealed the greatest influence of the instructional mode (text, text and illustrations, traditional lecture format and multimedia), followed by the prior knowledge. When comparing the multimedia group with others, the multimedia group was better on scores of the post-test and of acquired knowledge. Considering comprehension, the multimedia group was better compared only with text only group. Higher prior knowledge predicted higher knowledge and comprehension. Gender was not an important predictor of students´ knowledge and comprehension, learning style was the best predictor of comprehension: students with mixed visual-verbal learning style made the greatest improvement in comprehension.

The analysis of the influence of gender, learning style, prior knowledge, instructional mode on the retention of acquired knowledge and improved comprehension revealed the greatest influence of the instructional mode as well as the prior knowledge. When comparing the multimedia group with others, the multimedia group was better than all other groups on scores of the post-test, of acquired knowledge and improved comprehension. Higher prior knowledge predicted higher retention of knowledge and comprehension. Gender and learning style were minor but statistically important predictors of retention of knowledge and comprehension: girls achieved higher knowledge and improved comprehension better

than boys; students with mixed visual-verbal learning style gained the highest amount of knowledge and made the greatest improvement in comprehension.

In summary, between variables we chose in our research, the greatest influence on the acquisition of knowledge, on the improvement in comprehension and on the retention of both, had the instructional mode, followed by the prior knowledge, especially on the retention of knowledge and comprehension. Gender and learning style proved to be minor predictors of knowledge and comprehension as well as the retention of them. Notwithstanding, we must mention that the influence of instructional mode on knowledge and comprehension had fallen in five weeks, but the influence of gender and learning style had risen in the same time. But in general, the influence of instructional mode stayed the highest through entire research.

The analysis of the influence of prior motivation, gender, learning style and instructional mode on different aspects of students´ motivation revealed the highest influence of prior motivation and the minor influence of all other variables. Students with higher prior motivation had higher motivation immediately after learning, considering all five aspect of motivation: intrinsic and extrinsic motivation, task value, self-efficacy and test anxiety. Gender had statistically important influence only on extrinsic motivation and task value: boys had higher both aspects of motivation. Learning style was important predictor of intrinsic motivation and task value: both aspects of motivation were the highest by students with mixed visual-.verbal learning style. Instructional mode had important influence on intrinsic and extrinsic motivation and task value: the multimedia group was lower motivated compared to the text only and text and illustration groups considering all three motivational aspects. It is important to mention that the influence of prior motivation on intrinsic motivation, on task value and on test anxiety was twice as higher as on self-efficacy and extrinsic motivation.

The analysis of the influence of prior motivation, gender, learning style, instructional mode and students´ motivation right after learning on students´ motivation after five weeks revealed the highest influence of prior motivation on intrinsic motivation, task value and test anxiety. Considering extrinsic motivation and self-efficacy after five weeks after learning, the highest influence had instructional mode. Motivation right after learning was important predictor only of intrinsic motivation after five weeks. Gender had important influence only on extrinsic motivation and task value: girls had higher extrinsic motivation, boys valued task higher. Learning style was important predictor of all motivational aspects of students´ motivation after five weeks except of extrinsic motivation, but its influence was the highest when considering intrinsic motivation and test anxiety: the highest motivation of both aspects was observed by students with mixed visual-verbal learning style.

In brief, considering the influence of different variables on students´ motivation immediately after learning and after five weeks, the influence of prior motivation was the highest on all aspects of motivation immediately after learning and also after five weeks, except on extrinsic motivation and self-efficacy, on which instructional mode had highest influence than prior motivation. In five weeks the influence on test anxiety stayed the same, on intrinsic motivation and task value the influence fell a little bit. Gender and learning style stayed in five weeks as strong predictors as were right after learning, except on task value and test anxiety their influence rose a bit. It is interesting that the influence of prior motivation was the lowest on extrinsic motivation and self-efficacy immediately after learning, and that the influence of instructional mode in five weeks rose the most exactly on these two aspects of motivation.

Some important conclusions can be drawn from present study. First, the use of multimedia – animations or at least illustrations or motion pictures – as an addition to some text during learning contributes to acquiring knowledge as well as to improving comprehension. Second, multimedia also contributes to the retention of knowledge and comprehension. Third, on students´ motivation and its retention the use of multimedia has no important influence. And finally, the prior motivation has the highest influence on students´ motivation and its retention, except on the retention of extrinsic motivation and self-efficacy, where the influence of instructional mode is the highest, but still the multimedia group has the lowest both aspects of motivation. On contrary, the influence of instructional mode on knowledge and comprehension as well as their retention was the highest of all variables, followed by the prior knowledge when considering the retention of knowledge and comprehension: learning with multimedia and higher prior knowledge resulted in better acquisition of knowledge and improvement in comprehension.

Our results acknowledge the belief of many researchers on this field, that multimedia has the great potential in learning situation. But we must not forget that the learning success is influenced by many other variables and is not promised just by learning with multimedia. Thus, on the field of modelling the multimedia presentation, there are some important principles that have to be considered in order to make the best use of multimedia during learning. It is not the every multimedia that is of any use. Tvarsky and his colleagues (2002, p. 258) expressed this thought with the following sentence: “Like all good things, animation must be used with care.”

7 VIRI

Abouserie R., Moss, D. 1992. Cognitive style, gender, attitude toward computer assistedlearning. Educational Studies, 18, 2: 151-161

Abrahamson C. E. 1998. Issues in interactive communication in distance education. College Student Journal, 32,1: 33-42

Ainsworth S. E., D. J., Bibby P. A. 1996. Co-ordinating multiple representations in computer based learning environments. V: Proceedings of the European conference of artificial intelligence in education. Brna P., Paivia A., Self J. Lisbon, Edicoes Colibri: 336-342

Ainsworth S. E. 1999. The functions of multiple representations. Computers & Education, 33,2-3: 131-152

Ainsworth S. E. 2008. The educational value of multiple representations when learning complex scientific concepts. V: Visualization: Theory and Practice in Science Education. Gilbert J. K., Reiner M, Nakhlel M. (eds.). New York, Springer: 191-208

Al-Seghayer K. 2001. The effect of multimedia annotation modes on L2 vocabulary acquisition: A comparative study. Language Learning and Technology, 5: 202-232

Allport G. W. 1937. Personality: A psychological interpretation. New York: Holt and Co.

Allport D. A., Antonis B., Reynolds P. 1972. On the division of attention: A disproof of the single channel hypothesis. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 24, 2: 225-235

Ames C. 1990. Motivation: What teachers need to know. Teachers College Record 91, 3: 409-421

Ames C. 1992. Classrooms goals, structure, and student motivation. Journal of Educational Psychology, 84, 3: 261-271

Ames C., Archer J. 1988. Achievement goals in the classroom: Students´ learning strategies and motivational processes. Journal of Educational Psychology, 80, 3: 260-267

Anderman E. M., Young A. J. 1994. Motivation and Startegy Use in Science: Individual Differences and Clssroom Effects. Journal of Research in Science Teaching, 31, 8: 811-831

Astleitner H., Leutner D. 2000. Designing instructional technology from an emitonal perspective. Journal of Research on Computer in Education, 32, 4: 497-511

Atkinson R. K. 2002. Optimizing learning from examples using animated pedagogical agents. Journal of Educational Psychology, 94, 2: 416-427

Atkinson C., Shiffrin R. M. 1971. The control of short-term memory. Scientific American, 225, 2: 82-90

Ayers, P. in Sweller, J. 2005. The split-attention principle in multimedia learning. V: The Cambridge handbook of multimedia learning. Mayer R. E.(ed.). NY, Cambridge University Press: 135-146

Baddeley A. D. 1986. Working memory. Oxford, England, Oxford University Press: 304 str.

Baddeley A. D. 1992. Working memory. Science, 255, 5044: 556-559

Baddeley A. D. 2000. The episodic buffer: a new componente of working memory? Trends in Cognitive Science, 4, 11: 417-423

Bandalos D. L., Finney S. J., Geske J. A. 2003. A model of statistics performance based on achievement goal theory. Journal of Educational Psychology, 95, 3: 604-616

Bandura A. 1989. Human agency in social cognitive theory. American psychologist, 44, 9: 1175-1184

Bandura A. 1997. Self-Efficacy: The exercise of control. New York, W. H. Freeman: 604 str.

Barrett E., Lally V. 1999. Gender differences in an online learning environment. Journal of Computer Assisted Learning, 15, 1: 48-60

Barron K. E., Harackiewicz J. M. 2001. Achievement goals and optimal motivation: Testing multimple goal models. Journal of Personality and Social Psychology, 80, 5: 706-722

Bartram D. J. 1980. Comprehending spatial information: The relative efficiency of different methods of presenting information about bus routs. Journal of Applied Psychology, 65, 1: 103-110

Baylor A. L. 2002. Expanding preservice teachers´ metacognitive awareness of instructional planning through pedagogical agents. Educational Technology Research and Development, 50, 2: 5-22

Beagles-Roos J., Gat I. 1983. Specific inpact of radio and television on children´s story comprehension. Journal of Educational Psychology, 75, 1: 128-137

Benware C., Deci, E. L. 1984. Quality of learning with an active versus passive motivational set. American Educational Research Journal, 21, 4: 755-765

Bernard R., Abrami P., Lou Y., Borokhovski E., Wade A., Wozney L. 2004. How does distance education compare to classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature. Review of Educational Research, 74, 3: 379-439

Bieger G. R., Glock M. D. 1986. Comprehending spatial and contextual information in picture-text instructions. Journal of Experimental Education, 54, 4: 181-188

Bloom B. S. 1956. Taxonomy of Educational Objectives, the classification of educational goals – Handbook I: Cognitive Domain. New York, McKay: 199 str.

Bosseler A., Massaro D. W. 2003. Development and evaluation of computer-animated tutor for vocabulary and language learning in children with autism. Journal of Autism and Developmental Disorder 33, 6: 653-672

Bransford J. D., Johnson M. K. 1972. Contextual prerequisites for understanding: Some investigations of comprehension and recall. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 11, 6: 717-726

Britton B. K., Woodward A., Binkley M. 1993. Learning from textbooks: Theory and practice. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates

Brody P. J. 1983. Research on pictures in instructional texts: The need for a broadened perspective. Educational Communication and Technology: A Journal of Theory, Research, and Development, 29: 93-100

Brooks D. W. 1997. Web-teaching: A guide to designing interactive technology for the World Wide Web. New York, Plenum: 108 str.

Brunye T. T., Taylor H. A., Rapp D. N., Spiro A. B. 2006. Learning Procedures: The Role of Working Memory in Multimedia Learning Experiences. Applied Cognitive Psychology, 20, 7: 917-940

Carroll J. M, Smith-Kerker P., Ford J, Mazur-Rimetz S. 1987. The minimal manual. Human-Computer Interaction, 3, 2: 123-153

Cassidy S. 2004. Learning Styles: An overview of theories, models, and measures. Educational Psychology, 24, 4: 419-444

Chandler P., Sweller J. 1991. Cognitive load theory and the format of instruction. Cognition nad Instruction, 8, 4: 293-332

Chandler P., Sweller J. 1996 Cognitive load while learning to use a computer program. Applied Cognitive Psychology, 10, 2: 151-170

ChanLin L. J. 1998. Animation to teach students of different knowledge levels. Journal of Instructional Psychology, 25, 3: 166-175

Chapell M. S., Blanding Z. B., Silverstein M. E., Takahashi M., Newman B., Gubi A., McCann N. 2005. Test anxiety and academic performance in undergraduated and graduated students. Journal of Educational Psychology, 97, 2: 268-274

Chemers M. M., Hu L., Garcia B. F. 2001. Academic self-efficacy and first-year college student performance and adjustment. Journal of Educational Psychology, 93, 11: 55-64

Chomsky N. 2006. Language and Mind. Cambridge University Press, New York: 190 str.

Chuang Y. 1999. Teaching in a Multimedia Computer Environment: A Study of the Effects of Learning Style, Gender, and Math achievement. http://www.imej.wfu.edu/articles/1999/1/10 (2. 8. 2010)

Clark R. E. 1985. Confounding in educational computing research. Journal of Educational Computing Research, 1, 2: 137-148

Clark R. E. 2000. Evaluating distance education: Strategies and cautions. The Quarterly Journal of Distance Education, 1, 1: 3-16

Clark R. E. 2001. Learning from media: Arguments, analysis and evidence. Greenwich, CT: Information Age Publishing Inc: 355 str.

Clark J. M., Paivio A. 1991. Dual coding theory and education. Educational Psychology Review 3, 3: 149-210

Clark L. E., Feldon D. F. 2005 Five Common but Questionable Principles of Multimedia Learning. V: The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. Mayer E. R. (ur.). Cambridge University Press: 97-115

Cook D. A. 2005. Learning and Cognitive Styles in Web-Based Learning: Theory, Evidence, and Application. Academic Medicine, 80, 3: 266-278

Cook D. A., Thompson W. G., Thomas K. G., Thomas M. R., Pankratz V. S. 2006. Impact of Self-Assesment Questions and Learning Styles in web-Based Learning: A Randomized, Controlled, Crossover Trial. Academic Medicine, 81, 3: 231-238

Cook M. P. 2006. Visual Representations in Science Education: The Influence of Prior Knowledge and Cognitive Load Theory on Instructional Design Principles. Science Education, 90, 6: 1073-1091

Corbett A. 2001. Cognitive computer tutors: Solving the two-sigma problem. V: User Modeling 2001: Proceedings of the 8th International Conference, UM 2001. Bauer M., Gmytrasiewicz P., Vassileva J. (eds.). New York, Springer: 137-146

Craig S. D., Gholson B., Driscoll D. M. 2002. Animated pedagogical agents in multimedia educational environment: Effects of agent properties, picture features and redundancy. Journal of Educationla Psychology, 94, 2: 428-434

Csikszentmihalyi M. 1988 The flow experience and its significance for human psychology. V: Psychological Studies of Flow in Consciousness. Cambridge, MA, Cambridge Univ. Press: 15-35

Csikszentmihalyi M. 1997. Finding flow. Psychology Today 30, 4: 46-51

Cuban L. 1986. Teachers and machines: The classroom use of technology since 1920. New York, Teachers College Press: 134 str.

Dale E. 1969. Audio-Visual Methods in Teaching. 3. izdaja. New York, Holt, Rinehart and Winston: 534 str.

Deci E. L., Ryan R. M. 1985. Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York, Plenum Press: 371 str.

Deci E. L., Ryan R. M., Koestner R. 1999. A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. Psychological Bulletin, 125, 6: 627-668

Deci E. L., Ryan R. M. 2000. Self-determination theory: An approach to human motivation and personality.
http://www.psych.rochester.edu/SDT (2. 8. 2010)

Deci E. L., Ryan R. M. 2002. The paradox of achievement: The harder you push, the worse it gets. V: Improving academic achievement. Aronson J. (ed.). Amsterdam, Academic Press: 61-87

Deci E. L., Vellard R. J., Pelletier L. G., Ryan R. M. 1991. Motivation and Education: The Self-Determination Perspective. Educational Psychologist, 26, 3/4: 325-346

Dutke S., Rinck, M. 2006. Multimedia learning: Working memory and the learning of word and picture diagrams. Learning and Instruction, 16, 6: 526-537

Dweck C. S., Leggett E. L. 1988. A social-cognitive approach to motivation and personality. Psychological Review, 95, 2: 256-273

Eccles J. S., Midgley C. 1989. Stage-environment fit: Developmentally appropriateclassrooms for early adolescents. V: Research on motivation in education: Goals and cognitions. Ames R. E., Ames C. (eds.). NY, Academic Press: 346 str.

Eccles J. S., Wigfield A. 2000. Schooling´s influence on motivation and achievement. V: Securing the future: Investing in children from birth to college. Danziger S., Waldfogel J. (eds.). New York, Russell Sage Foundation: 153-181

Eccles J. S., Wigfield A. 2002. Motivational beliefs, values, and goals. Annual Review of Psychology, 53, 1: 109-132

Eilam B., Poyas Y. 2008. Learning with multiple representations: Extanding multimedia learning beyond the lab. Learning and Instruction, 18, 4: 368-378

Elliot A. J., Church M. A. 1997. A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. Journal of Personality and Social Psychology, 72, 1: 218-232

Elliot A. J., Harackiewicz J. M. 1996. Approach and avoidance achievement goals and intrinsic motivation: A mediational analysis. Journal of Personality and Social Psychology, 70, 3: 461-475

Evans T., Denney M. R. 1978. Emotionality of pictures and the retention of related and unrelated phrases. Bulletin of the Psychonomic Society, 11: 149-152

Felder R. M., Henriques E. R. 1995. Learninh and Teaching Styles In Foreign and Second Language Education. Foreign Language Annals, 28, 1: 21-31

Felder R. M., Silverman L. K. 1988. Learninh and Teaching Styles In Engineering Education. Engineering Education, 78, 7: 674-681

Felder R. M., Brent R. 2005. Understanding Student Differences. Journal of Engineering Education: 94, 1: 57-72

Ferk V. 2003. The significance of different kinds of molecular models in teaching and learning of chemistry – doktorska disertacija. University of Ljubljana, Faculty of natural sciences and engineering, Department of chemical education and informatics: 208 str.

Fink P.A. 1990. An interactive, 3D model of protein synthesis. The American Biology Teacher, 52, 5: 274-275

Ford N., Chen S. Y. 2001. Matching /mismatching revisited: an emirical study of learning and teaching styles. British Journal of Educational Technology, 32, 1: 5-22

Garcia T., Pintrich P. R. 1994. Regulating motivation and cognition in the classroom: The role of self-schemas and self-regulatory strategies. V: Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications. Schunk D. H., Zimmerman B. J (eds.). Hillsdale, NJ, Erlbaum: 127-153

Gottfried A. E. 1985. Academic intrinsic motivation in elementary and junior high school students. Journal of Educational Psychology, 20, 3: 205-215

Gottfried A. E. 1990. Academic intrinsic motivation in joung elementary school childre. Journal of Educational Psychology, 82, 3: 525-538

Graff M. 2003. Learning from Web-based instructional systems and cognitive style. British Journal of Educational Technology, 34, 4: 407-418

Graham, S., Weiner, B. 1996. Theories and principles of motivation. V: Handbook of educational psychology. Berliner D., Calfee R. (eds.). New York, Macmillan: 63-84

Greenlaw R., Hepp E. 1999. In-line / On-line: Fundamentals of the Internet and the World Wide Web. Boston, McGraw-Hill: 549 str.

Grigorenko E. L., Starnberg R. J. 1997. Styles of thinking, abilities, and academic performance. Exceptional children, 63, 3: 295-312

Grolnick W. S., Ryan E. M. 1987. Autonomy in children´ s learning: an experimental and individual difference investigation. Journal of Personality and Social Psychology, 52, 5: 890-898

Guan Y. H. 2009. A Study on the Learning Efficiency of Multimedia-Presented, Computer-Based Science Information. Educational Technology & Society, 12, 1: 62-72

Hanley J., Herron C., Cole S. 1995. Using video as advance organizer to a written passage in the FLES classroom. The Modern Language Journal, 79, 1: 57-66

Hanrahan M. 1998. The effect of learning environment factors on students´ motivation and learning. International Journal of Science Education, 20, 6: 737-753

Harackiewicz J. M., Barron K. E., Carter S. M., Lehto, A. T., Elliot A. J. 1997. Predictors and consequences of achievement goals in the college classroom: Maintaining interest and making the grade. Journal of Personality and Social Psycholog 73, 6: 1284-1295

Hart G. 1995. Learning styles and hipertext: exploring user attitudes. Australian society of Computers in Learning in Tertiary Education, Melbourne: 3-7

Hartley J. 1998. Learning and studying: A research perspective. London, Routledge: 179 str.

Hidrio C., Jamet E. 2008. Learning from a Multimedia Explanation: A Comparison of Static Pictures and Animation. V: Understanding Multimedia Documents. Rouet J. F, Lowe R., Schnotz W. (ur.). Springer Science+Business Media B.V: 103-118

Hill K., Wigfield A. 1984. Test anxiety: A major educational prblem and what can be done about it. The Elementary School Journal, 85, 1: 105-126

House J. D. 2002. The motivational effects of specific teaching activities and computer use for science learning: Findings from the third international mathematics and science study (TIMSS). International Journal of Instructional Media, 29, 4: 423-439

Howland J., Laffey J., Espinosa L. M. 1997. A computing experience to motivate children to complex performance. Journal of Computing in Childhood, 8, 4: 291-311

Jetton T. L., Alexander P. A. 2001. Interest assessment and the content area literacy environment: Challenges for research and practice. Educational Psychology Review 13, 3: 303-318

Jeung H., Chandler P., Sweller J. 1997. The role of visual indicators in dual sensory mode instruction. Educational Psychology, 17, 3: 329-343

Jonassen D. 2000. Computers as mindtools for school: Engaging Critical Thinking (2. izd.). Upper Saddle River, NJ, Merrill.

Kalyuga S., Ayres P., Chandler P., Sweller J. 2003. The expertise reversal effect. Educational Psychologist, 38, 1: 23-31

Kalyuga S., Chandler. P., Sweller J. 1999. Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. Applied Cognitive Psychology, 13, 4: 351-371

Kalyuga S., Chandler P., Sweller J. 2000. Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. Journal of Educational Psychology, 92, 1: 126-136

Kennedy C. 2000. Quick online survey summary . http://www.smccd.net/kennedyc/rsch/qcksrv.htm (30. 6. 2002)

Khalili A., Shashaani L. 1994. The effectiveness of computer applications: A metaanalysis. Journal of Research on Computing in Education, 27, 1: 48-61

Khamis V., Dukmak S., Elhoweris H. 2008. Factors affecting the motivation to learn among United Arab Emirates middle and high school students. Educational Studies 34, 3: 191-200

Komel R. 2006. Genetika: od dvojne vijačnice do kloniranja. 1. izd. Ljubljana, Založba Rokus: 127 str.

Kozma R. B. 1994. Will Media Influence Learning? Reframing the Debate. Educational Technology Research and Development, 42, 2: 7-19

Kreft S., Krapež S. 2006. Genetika in evolucija: biologija za gimnazije.1. izd. Ljubljana, Modrijan: 103 str.

Krnel D. 2008. Uporaba informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) pri pouku v nižjih razredih osnovne šole. Naravoslovna solnica, 13, 1: 6-12

Kulik J. A., Bangert R. L., Williams G. W. 1983. Effects of computer based teaching on secondary school students. Journal of Educational Psychology, 75, 1: 19-26

Land S., Hannafin M. J. 1996. A conceptual framework for the development of theories in action with open learning environments. Educational Technology Research and Development, 44, 3: 37-53

Large A., Beheshit J., Breuleux A., Renaud A. 1994. Multimedia and Comprehension: A Cognitive Study. Journal of the American Society for Information Science, 45, 7: 515–528

Large A., Beheshti J., Breuleux A., Renaud A. 1995. Multimedia and Comprehension: The Relationship among Text, Animation and Captions. Journal of the American Society for Information Science, 46, 5: 340-347

Large A., Beheshit J., Breuleux A., Renaud A. 1996. Effect of Animation in Enhancing Descriptive and Procedural Texts in a Multimedia Learning Environment. Journal of the American Society for Information Science, 47, 6: 437–448

Leahy W., Chandler P., Sweller J. 2003. When Auditory Presentations Should and Should not be a Component of Multimedia Instruction. Applied Cognitive Psychology, 17, 4: 401-418

Lepper M. R., Malone T. W. 1987. Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computerbased education. V: Aptitude, Learning and Instruction. Snow R. E., Farr M. J. (eds.). Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates: 255-286

Levie W. H., Lentz R. 1982. Effects of text illustrations: A rewiev of research. Educational Communication and Technology Journal, 30: 195-232

Levin J. R., Lesgold R. 1978. On pictures in prose. Educational Communication and Technology Journal, 26, 3: 233-243

Lewalter D. 2003. Cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals. Learning and Instruction, 13, 2: 177-189

Litzinger T. A., Ha Lee S., Wise J. C., Felder R. M. 2007. A Psychometric Study of the Index of Learning Styles. Journal of Engineering Education, 96, 4: 309-319

Liu M., Reed W. M. 1994. The relationship between the learning strategies and learning styles in a hypermedia environment. Annual Conference of the Association for Educational Communications and Technology. Nashville, TN: 16-20

Lowe R. 2003. Animation and Learning: selective precessing of information in dynamic graphics. Learning and Instruction, 13, 2: 157-176

Lowe R. 2004. Interrogation of a dynamic visualization during learning. Learning and Instruction, 14, 3: 257-274

Lumsden L. S. 1994. Student motivation to learn. Emergency Librarian, 22, 2: 31-32

Maddux C., Johnson D., Willis J. 200. Educational computer: Learning with tomorrow´s technologies. Boston, Allyn and Bacon: 338 str.

Malacinski G.M., Zell P.W. 1996. Manipulating the Invisible: Learning molecular biology using inexpensive models. The American Biology Teacher, 58, 7: 428-432

Malone T. W., Lepper M. R. 1987. Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. V: Aptitude, Learning and Instruction. R. E. Snow & M. J. Farr (Eds.) Izd. 3. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates: 223-253

Marbach-Ad G. 2001. Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts. Journal of Biological Education, 35, 4: 183-189

Marbach-Ad G., Stavy R. 2000. Students´ cellular and molecular explanations of genetic phenomena. Journal og Biological Education, 34, 4: 200-205

Marbach-Ad G., Rotbain Y., Stavy R. 2008. Using Computer Animation and Illustration Activities to Improve High School Students´ Achievement in Molecular Genetics. Journal of Research in Science Teaching, 45, 3: 273-292

Maslow A. 1999. Toward a psychology of being. 3. izdaja. New York, Wiley: 270 str.

Massimini F., Carli M. 1988. The systematic assessment of flow in daily experience. V: Optimal experience. Csikszentmihalyi M, Csikszentmihalyi I. S. (eds.) Cambridge, MA, Cambridge Univ. Press: 266-287

Mayer R. E. 1989. Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. Journal of Educational Psychology, 81, 2: 240-246

Mayer R. E. 1996. Learning strategies for making sense out of expository text: the SOI model for guiding three cognitive processes in knowledge construction. Educational Psychology Review, 8, 4: 357-371

Mayer R. E. 1997. Multimedia learning: are we asking the right questions? Educational Psychologist, 32, 1: 1-19

Mayer R. E. 2001. Multimedia learning. New York, Cambridge University Press: 210 str.

Mayer R. E. 2003. The promise of multimedia learning: using the same instruction design methods across different media. Learning and Instruction, 13, 2: 125-139

Mayer R. E. 2004. Should there be a threestrikes rule against pure discovery learning? American Psychologist, 59, 1: 14-19.

Mayer R. E. 2009. Multimedia learning. 2. izdaja. New York, Cambridge University Press: 210 str.

Mayer R. E., Anderson R. 1991. Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. Journal of Educational Psychology, 83, 4: 484-490

Mayer R. E., Bove W., Bryman A., Mars R., Tapangco L. 1996. When less is more: Meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. Journal of Educational Psychology, 88, 1: 64-73

Mayer R. E., Fennell S., Farmer L, Campbell J. 2004. A personalization effect in multimedia learning: Students learn better when words are in conversational style rather than formal style. Journal of Educational Psychology, 96, 2: 389-395

Mayer R. E., Gallini J. 1990. When is an illustration worth ten thousand words? Journal of Educational Psychology, 82, 4: 715-726

Mayer R. E., Heiser J., Lonn S. 2001. Cognitive contraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. Journal of Educational Psychology, 93, 1: 187-198

Mayer R. E., Massa L. J. 2003. Three Facets of Visual and Verbal Learners: Cognitive Ability, Cognitive Style, and Learning Preference. Journal of Educational Psychology, 94, 4: 833-846

Mayer R. E., Moreno R. 2002. Aids to computer-based multimedia learning. Learning and Instruction, 12, 1: 107-119

Mayer R. E., Moreno R. 2003. Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. Educational Psychologist, 38, 1: 43-52

Mayer R. E., Sims V. K. 1994. For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of dual-coding theory of multimedia learning. Journal of Educational Psychology, 86, 3: 389-401

Mayer R. E., Sobko K., Mautone P. D. 2003. Social cues in multimedia learning: Role of speaker´s voice. Journal of Educationla Psychology, 95, 2: 419-425

McConnell T. R. 1934. Discovery Versus Authoritative Identification in the Learning of Children. Studies in Education, 2, 5: 13-60

Meece J. L. 1991. Students´ motivational goals and the classroom context. V: Maehr M., Pintrich P. (eds.). Advances in motivation and achievement: Goals and self-regulatory processes. Greenwich, CT, JAI: 261-285

Merrienboer J. J. G., Kester L. 2005. The Four-Component Instructional Design Model: Multimedia Principles in Environments for Complex Learning. V: The Cambridge Handbook of Multimedia learning. Mayer R. E (ed.). Cambridge, Cambridge University Press: 71-93

Michas I. C., Berry D. C. 2000. Learning a procedural Task: Effectiveness of Multimedia Presentations. Applied Cognitive Psychology, 14, 6: 555-575

Middleton M., Midgley C. 1997. Avoiding the demonstration of lack of ability: An underexplored aspect of goal theory. Journal of Educational Psychology, 89, 4: 710-718

Midgley C., Urdan T. 2001. Academic self-handicapping and achievement goals: A further examination. Contemporary Educational Psychology, 26, 1: 61-75

Miller R., Greene B., Montalvo G., Ravindra B., Nichols J. 1996. Engagement in academic work: Tho role of learning goals, future consequences, pleasing others, and perceived ability. Contemporary Educational Psychology, 18, 1: 2-14

Miller W. 1937. The picture crutch in reading. Elementary English Review, 14: 263-264

Moreno R., Mayer R. E. 1999. Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. Journal of Educational Psychology, 91, 2: 358-368

Moreno R., Mayer R. E. 2000. Engaging students in active learning: The case for personalized multimedia message. Journal of Educational Psychology, 92, 4: 724-733

Moreno R, Mayer R. E. 2002a. Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media. Journal of Educational Psychology, 94, 3: 598-610

Moreno R, Mayer R. E. 2002b. Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. Journal of Educational Psychology, 94, 1: 156-163

Moreno R, Mayer R. E. 2004. Personalized messages that promote science learning in virtual environments. Journal of Educational Psychology, 96, 1: 165-173

Moreno R., Mayer R. E., Spires H. A., Lester J. C. 2001. The case for social agency in computer-based multimedia learning: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents? Cognition and Instruction, 19, 2: 177-214

Morgan M. 1984. Reward-Induced Decrements and Increments in Intrinsic-Motivation. Review of Educational Research, 54, 1: 5-30

Morrison J. B., Tversky, B. 2001. The (in)effectiveness of animation in instruction. V: Extended Abstracts of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems. Jacko V. J., Sears A. (eds.). Seattle, ACM: 377-378

Moyer J. C., Sowder L., Threadgill-Sowder J., Moyer M. B. 1984. Story problem formats: Drawn versus verbal versus telegraphic. Journal of Research in Mathematics Education, 15, 5: 342-351

Moundridou M., Virvou M. 2002. Evaluating the persona effect of an interface agent in a tutoring system. Juornal of Computer Assisted Learning, 18, 3: 253-261

Mousavi S., Low R., Sweller J. 1995. Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. Journal of Educational Psychology, 87, 2: 319-334

Murdock B. B. 1968. Modality effect in short-term memory: Storage or retrievel. Journal of Experimental Psychology, 77, 1: 79-86

Najjar L. J. 1996. Multimedia Information and Learning. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 5, 2: 129-150

Najjar L. J. 1998. Principles of educational multimedia user interface design. Human Factors, 40, 2: 311-323

Narayanan N. H., Hegarty M. 2002. Multimedia design for communication of dynamic information. Technical report CSSE01-02: http://74.125.155.132/scholar?q=cache:QN5p1f30qTgJ:scholar.google.com/+Narayanan+in+Hegarty+2002&hl=sl&as_sdt=2000&as_vis=1 (29. 6. 2010)

Nass C., Steuer J. 1993. Anthropomorphism, agency, and ethopoeia: Computers as social actors. Human Communication Research, 19, 4: 504-527

Neo M., Neo K. T. K. 2001. Innovative teaching: Using multimedia in a problem-based learning environment. Educational Technology & Society, 4, 4: 19-31

Nicholls J. G. 1984. Achievement motivation: conceptions of ability, subjective experience, task choice and performance. Psychology Review, 91, 3: 328-346

Nottelmann E. D., Hill K. T. 1977. Test anxiety and off-task behavior in evaluative situations. Child Development, 48, 1: 225-231

Ormrod J. E. 2005. Educational Psychology. 4th Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall: 600 str.

Palmiter S., Elkerton J. 1991. Animated demonstrations for learning procedural computer-based tasks. Human-Computer interaction, 8, 3: 193-216

Paivio A. 1986. Mental representations: A dual coding approach. Oxford, Oxford University Press: 322 str.

Parkinson A., Redmond J. A. 2002. Do cognitive styles affect learning performance in different computer media? ACM SIGCSE Bulletin, 34, 3: 39-43

Passing D., Levin H. 1999. Gender interest differences with multimedia learning interface. Computers in Human Behavior, 15, 2: 173-183

Passing D., Levin H. 2000. Gender Pregerences for Multimedia interfaces. Journal of Computer Assisted Learning, 16, 1: 64-71

Peklaj C., Kalin J., Pečjak S., Levpušček Puklek M., Zuljan Valenčič M., Ajdišek N. Učiteljske kompetence in doseganje vzgojno-izobraževalnih ciljev v šoli. Razprave FF, Filozofska fakulteta, Ljubljana 2009: 196 str.

Piaget J. 1970. Science of Education and the Psychology of the Child. Orion Press, New York.

Pintrich P. R. 1999. The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. International Journal of Educational Research, 31, 6: 459-470

Pintrich P. R. 2000. Multiple goals, multiple pathways: The role of goal orientation in learning and achievement. Journal of Educational Psychology, 92, 3: 544-555

Pintrich P. R. 2003. A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching context. Journal of Educational Psychology, 95, 4: 667-686

Pintrich P. R., DeGroot E. 1990. Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. Journal of Educational Psychology, 82, 1: 33-40

Pintrich P. R., Schunk D. H. 2002. Motivation in education: Theory, research, and applications. 2nd Ed. Columbia, OH, Merrill- Prentice Hall.

Pintrich P. R., Smith D. A. F., Garcia T., McKeachie W. J. 1991. A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). Technical report No. 91-B-004. Ann Arbor: University of Michigan.

Ploetzner R., Lowe R. 2004. Dynamic visualisation and learning. Learning and Instruction, 14, 3: 235-240

Proost K, Elen J., Lowyck J. 1997. Effects of Gender on Perceptions of and Preferences for Telematic Learning Environments. Journal of Research on Computering and Education, 29, 4: 370-384

Puklek Levpušček M., Peklaj C. 2007. Motivation of student teachers in educational psychology course: Its relation to the quality of seminar work and final achievement. Horizons of Psychology, 16, 3: 5-25

Puklek Levpušček M., Zupančič M. 2009a. Math Achievement in Early Adolescence: The Role of Parental Involvement, Teachers´ Behavior, and Students´ Motivational Beliefs About Math. The Journal of Early Adolescence, 29, 4: 541-570

Puklek Levpušček M., Zupančič M. 2009b. Osebnostni, motivacijski in socialni dejavniki učne uspešnosti. Ljubljana, Znanstvena založba Filozofske fakultete, zbirka Razprave FF: 176 str.

Reder L., Anderson J. R. 1980. A comparison of texts and their summeries: Memorial consequences. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 19: 121-134

Reed W. M., Oughton J. M., Ayersman D. J., Ervin J. R., Giessler S. F. 2000. Computer experience, learning style, and hypermedia navigation. Computer Human Bahevior, 16, 6: 609-628

Reeve J., Jang H. 2006. What teachers say and do to support students´ autonomy during a learning activity. Journal of Educational Psychology, 98, 1: 209-218

Riding R. J. 1997. On the nature of cognitive style.Educational Psychology, 17, 2: 29-49

Riding R. J. 2001. The Nature and Effects of Cognitive Style. V: Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles. Sternberg R. J., Zhang Li-F. (eds.). Mahwah, New York: 276 str.

Riding R. J., Cheema I. 1991. Cognitive styles: an overview and integration. Educational Psychology, 11, 3-4: 193-215

Riding R., Grimley M. 1999. Cognitive style, gender and learning from multimedia materials in 11 year old children. British Journal of Educationla Technology, 30, 1: 43-56

Riding R. J., Rayner S. 1995. The information superhighway and individualized learning. Educational Psychology, 15, 4: 365-378

Rode A.R. 1995. Teaching protein synthesis using a simulation. American Biology Teachers, 57, 1: 50-53

Rohrer D., Pashler H. 2007. Increasing Retention Without Increasing Study Time. http://www.pashler.com/Articles/RohrerPashler2007CDPS.pdf (29. 6. 2010)

Rotbain Y., Marbach-Ad G., Stavy R. 2006. Effect of Bead and Illustration Models on High School Students´Achievement in Molecular Genetics. Journal of Research in Science Teaching, 43, 5: 500-529

Rotter J. 1954. Social learning and clinical psychology. Engelwood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.

Rourke L., Lysynchuk L. 2000. The influence of learning style on achievement in hypertext. American Educational Research Association, New Orleans, LA: 24-28

Ruiyong W. 2004. How to teach students to gain an understanding of genetics – thinking as a geneticist. V: The China Papers. Peat M., King M. (eds.). Department of Biological Science and Technology, Nanjing University, 4: 1-6

Ryan R. M. 1982. Control and information in the intrapersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory. Journal of Personality and social Psychology, 43, 3: 450-461

Ryan R. M., Connell J. P. 1989. Perceived locus of causality and internalization: Examing reasons for acting in two domains. Journal of Personality and Social Psychology, 57, 5: 749-761

Ryan R. M., Deci E. L. 2000a. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. American Psychologist, 50, 1: 68-78

Ryan R. M., Deci E. L. 2000b. Intrinsic and extrinsic motivation: Classic definitions and new directions. Contemporary Educationla Psychology, 25, 1: 54-67

Salomon G. 1984. Television is »easy« and print is »tough«: The differential investment of mental effort in learning as a function of perceptions and attributions. Journal of Educational Psychology, 76, 4: 647-658

Sanger M. J., Brecheisen D. M., Hynek B. M. 2001. Can computer animations affect college biology students' conceptions about diffusion & osmosis? The American Biology Teacher, 63, 2: 104-109

Sarason I. 1973 Test anxiety and cognitive modeling. Journal of Personality and Social Psychology, 28, 1: 58-61

Schnotz W. 2002. Towards an integrated view of learning from text and visual displays. Educational Psychology Review, 14, 1: 101-120

Schnotz W. 2005. An Integrative Model of Text and Picture Comprehension. V: The Cambridge Hanbook of Multimedia learning. Mayer R. E. (ed.). Cambridge, Cambridge University Press: 49-69

Schnotz W. 2008. Why Multimedia Learning is not Always Helpful? V: Understanding Multimedia Documents. Rouet J. F., Lowe R., Schnotz W. (eds.). Springer Science Business Media B.V.: 17-41

Schnotz W., Bannert M. 2003. Construction and interference in learning from multiple representation. Learning and Instruction, 13, 2: 141-156

Schnotz W., Grzondzeil H. 1996. Knowledge Acquisition with Static and Animated Pictures in Computer-Based Learning. Annual Meeting of the American Educational Research Association New York, NY, April 8-12, 1996.

Schnotz W., Lowe R. 2003. External and internal representations in multimedia learning. Learning and Instruction, 13, 2: 117-123

Schnotz W., Picard E., Hron A. 1993. How do successful and unsuccessful learners use texts and graphics? Learning and Instruction, 3, 3: 181-199

Schunk D. H. 1990. Goal setting and self-efficacy during self-regulated learning. Educational Psychology, 25, 1: 71-86

Schunk D. H. 1995. Self-efficacy and education and instruction. V: Self-efficacy, adaptation, and adjustment: Theory, research, and application. Maddux J. E. (ed.). New York, Plenum Press: 281-303

Schunk D. H. 1996. Goal and self-evaluative influences during children´s cognitive skill learning. American Educational Research Journal, 33, 2: 359-382

Schunk D. H., Pintrich P. R., Meece J. L. 2008. Motivation in Education: Theory, Research, and Applications. Pearson Education, Upper Siedler River, New Jersey: 433 str.

Schwartz J. E., Beichner R. J. 1999. Essentials of educational technology. Boston, Allyn and Bacon: 212 str.

Sewell E. H., Moore R. L. 1980. Cartoon embellishments in informative presentations. Educational Communication and Technology Journal, 28, 3: 9-46

Shaffer L. H. 1975. Multiple attention in continuous verbal taska. V: Attention and performance. Rabbitt P. M. A., Dornic S. (eds.). London, Academic Press: 157-167

Shany N., Nachmias R. 2000. The Relationship Between Performance in a Virtual Course and Thinking Styles, Gender, and ICT Experience. Science and Technology Educational Center. Tal-Aviv University.
http://muse.tau.ac.il/publications/64.pdf (2. 8. 2010)

Shepard R. N. 1967. Recognition memory for words, sentences, and pictures. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 6, 1: 156-163

Sherman T. M., Kurshan B. L. 2005. Constructing Learning: Using Technology to Support Teaching for Understanding. Learning & Leading with Technology, 32, 5: 10-39

Simpson R. D., Oliver J. S. 1990. A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. Science Education, 74, 1: 1-18

Simpson R. D., Troost K. 1982. Influences on commitment to and learning of science among adolescent students. Science Education, 66, 5: 763-781

Skinner B. F. 1953. Science and human behavior. New York, Free Press: 466 str.

Soloman B. A., Felder R. M. 2004. Index of Learning Style Questionnaire.
http://www.engr.ncsu.edu/felder-publics/ILSpage.html (30. 8. 2007)

Solomon E. P, Berg L. R., Martin W. D., Villee C. 1996. Biology. 4th Ed. Saunders College Publishing: 1229 str.

Spangenberg R. 1973. The motion variable in procedural learning. AV Communication Review, 21, 4: 419-436

Spence K. 1958. A theory of emotionally based drive and its relation to performance in simple learning situations. American Psychologist, 13: 131-141

Sternberg R. J., Grigorenko E. L. 1995. Styles of thinking in the school. European Journal of High Ability, 6, 2: 201-219

Stone D. E., Glock D. 1981. How do young adults read directions with and without pictures? Journal of Educational Psychology, 73: 419-426

Sweller J. 1994. Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. Learning and Instruction, 4, 4: 295-312

Sweller J. 1999. Instructional design in technical areas. Camberwell, Australia, ACER Press: 168 str.

Sweller J., Chandler P. 1994. Why some material is difficult to learn. Cognition and Instruction, 12, 3: 185-233

Sweller J., Chandler P., Tierney P., Cooper M. 1990. Cognitive load and selective attention as factors in the structuring of technical material. Journal of Experimental Psychology, 119, 2: 176-192

Swenson E. J. 1949. Organization and Generalization as Factors in Learning, Transfer, and Retroactive Inhibition. Learning Theory in School Situations, University of Minnesota Press, Minneapolis, Minnesota.

Taba H. 1966. Teaching Strategies and Cognitive Functioning in Elementary School Children. Cooperative research project No. 2404, San Francisco State College, San Francisco, California: 286 str.

Tabbers H. K., Martens R. L., Van Merrieunboer J. J. G. 2004. Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. British Journal of Educational Psychology, 74, 1: 71-81

Tarmizi R., Sweller J. 1988. Guidance during mathematical problem solving. Journal of Educationla Psychology, 80, 4: 424-436

Terrell S. R., Rendulic P. 1996. Using computer-manage instructional software to increase motivation and achievement in elementary school children. Journal of Research on Computing Education, 26, 3: 403-414

Tsui C.Y., Treagust D.F. 2003. Genetics reasoning with multiple external representations. Research in Science Education, 33, 1: 111-135

Tsui C. Y., Treagust D. F. 2004. Motivational aspects of learning genetics with interactive multimedia. The American Biology Teacher, 66, 4: 277-285

Tsui C., Treagust D.F. 2007. Understanding Genetics: Analysis of Secondary Students´ Conceptual Status. Journal of Research in Science Teaching, 44, 2: 205-235

Tucker C. M., Zayco R. A., Herman K. C. 2002. Teacher-child variables as predictors of academic engagement among low-income African American children. Psychology in the School, 39, 4: 477-488

Tversky B., Morrisony B. J., Betrancourt M. 2002. Animation: Can it facilitate? International Journal Human-Computer Studies, 57: 247-262

Vallerand R. J., Blais M. R., Briere N. M., Pelletier L. G. 1989. Construction and validation of the Academic Motivation Scale. Canadian Journal of Behavioral Science, 21, 3: 323-349

Vallerand R. J., Pelletier G. L., Blais R. M., Briere M. N., Senecal C., Vallieres F. E. 1992. The academic motivation scale: A Measure of intrinsic, extrinsic, and amotivation in education. Educational and Psychological Measurement, 52, 4: 1003-1017

Ward M., Sweller J. 1990. Structuring effective worked examples. Cognition and Instruction 7, 1: 1-39

Ward P. J., Walker J. J. 2008. The Influence of Study Methods and Knowledge Processing on Academic Success and Long.Term Recall of Anatomy Learning by First-Year Veterinary Students. Anatomical Sciences Education, 1, 2: 68-74

Watkins O. C., Watkins M. J. 1980. The modality effect and echoic persistence. Journal of Experimental Psychology, 109, 3: 251-278

Weiner B. 1992. Human motivation: Metaphors, theories, and research. Newbury Park, CA: Sage: 408 str.

Wheelock A., Dorman G. 1988. Before it´s too late: Dropout prevention in the middle grades. Carboro, NC: Center for early adolescence and Massachusetts Advocacy Center: 87 str.

Whitnell R. M., Fernandes E. A, Almassizadeh F., Love J. C., Dugan B. M., Sawrey B. A., Wilson K. R. 1994. Multimedia Chemistry Lectures. Journal of Chemical Education, 71, 9: 721-725

Wigfield A., Eccles J. S. 2000. Expectancy-value theory of achievement motivation. Contemporary Educational Psychology 25, 1: 68-81

Wigfield A., Eccles, J. S. (eds.). 2002. Development of achievement motivation. San Diego, Academic Press: 366 str.

Wigfield A., Guthrie J. T. 1997. Relations of children´s motivation for reading to the amount and breadth of their reading. Journal of Educational Psychology, 89, 3: 420-432

Wolters C. A. 2004. Advancing achievement goal theory: Using goal structures and goal orientation to predict students´ motivation, cognition, and achievement. Journal of Educational Psychology, 96, 2: 236-250

Wolters C. A., Yu S. L., Pintrich P. R. 1996. The relationship between goal orientation and students´ motivational beliefs and self-regulated learning. Learning and Indiviual Differences, 8, 3: 211-238

Young B. L. 2000. Gender Differences in Student Attitudes towards Computers. Journal of Research on Computing in Education, 33, 2: 204-213

Zeidner M. 1998. Test anxiety: The state of the art. New York, Plenum Press: 440 str.

Zimmerman B. J., Bandura A., Martinez-Pons M. 1992. Self-motivation for academic attainment: The role of self-efficacy beliefs and personal goal settings. AMerican Educationla Research Journal, 29, 3: 663-676

Zohar D. 1998. An additive model of test anxiety: Role of exam-specific expectations. Journal of Educational Psychology, 90, 2: 330-340

DRUGI VIRI

Dva elektronska vira uporabljena v učni enoti za skupino, ki se je učila z multimedijo:

Proces transkripcije.
http://www.stolaf.edu/people/giannini/flashanimat/molgenetics/transcription.swf
(30. 5. 2007)

Proces translacije.
http://www.biostudio.com/demo_freeman_protein_synthesis.htm (30. 5. 2007)

**»Naj te spodbudim: Bog nikoli ni rekel, da bo pot lahka,
obljubil pa je, da bo cilj vreden truda.«**
(Max Lucado)

ZAHVALA

Svojo prvo in največjo zahvalo namenjam prof. dr. Cirili Peklaj, ki je prevzela mentorstvo pri moji nalogi in me vzpodbujala pri delu, mi svetovala in veliko pomagala tudi pri statistični obdelavi podatkov.

Naslednjo zahvalo namenjam doc. dr. Marjanci Starčič Erjavec, ki mi je kot somentorica veliko pomagala tako pri pisanju prvega članka kot same doktorske naloge. S svojo natančnostjo je ogromno prispevala k temu, da sta članek in naloga danes takšna kot sta.

Hvala tudi obema članicama komisije za zagovor, prof. dr. Barbari Bajd in doc. dr. Jerneji Ambrožič Avguštin, ki sta v najkrajšem možnem času prebrali nalogo in oddali oceno.

Hvala Robertu Kregarju, ki mi je pomagal pri pripravi multimedijske učne enote, Anici Grilj, ki je lektorirala doktorsko nalogo, prof. dr. Rogerju Painu, ki je lektoriral angleški članek in Karmen Ožbolt, ki je lektorirala angleški povzetek doktorske naloge.

Hvala vsem učiteljicam, ki so mi pomagale pri izvedbi praktičnega dela naloge: Viljemki Kopčavar, Idi Šmit Tarman, Majdi Treven, Mihaeli Terkov in mag. Andrei Premik Banič.

Velika hvala prof. dr. Borutu Štruklju, ki mi je pomagal pri zbiranju člankov in ostalega gradiva ter mi svetoval in me usmerjal v trenutkih, ko nisem vedela kako naprej.

In nazadnje velika hvala vsem Vam, moji dragi domači in prijatelji, ki ste bili z menoj v letih študija in potrpeli z mano takrat, ko sem bila z mislimi drugje, ko sem bila nerazpoložena ali si nisem vzela časa za Vas. Lepo je imeti prijatelje ob katerih si lahko to kar si in takšen kakršen si.

**»Obupno mora biti življenje,
če je plača edini rezultat, ki ti ga da delo.«**
(Nejc Zaplotnik)

Priloga A

Učna enota za skupino, ki se je učila samo z besedilom

OD GENA DO PROTEINA pri BAKTERIJAH

Kazalo vsebine:

	str.
1 OSNOVNA SHEMA PRETOKA GENSKE INFORMACIJE PRI IZRAŽANJU GENOV	2
2 ZGRADBA in NALOGE POSAMEZNIH RNA	3
2.1 tRNA	3
2.2 rRNA	3
2.3 mRNA	4
3 TRANSKRIPCIJA	5
4. TRANSLACIJA	6
4.1 GENETSKI KOD	6
4.2 FAZE TRANSLACIJE	7
4.2.1 INICIACIJA	7
4.2.2 ELONGACIJA	8
4.2.3 TERMINACIJA	8
5 SKLEP	9

1 OSNOVNA SHEMA pretoka genske informacije pri IZRAŽANJU GENOV

Gen (DNA) → mRNA → protein
prepisovanje (transkripcija) **prevajanje (translacija)**
↓
tRNA, rRNA

Legenda:
DNA – deoksiribonukleinska kislina (»**d**eoxy**r**ibo**n**ucleic **a**cid«)
tRNA – prenašalna oz. transportna ribonukleinska kislina (»**t**ransfer **r**ibo**n**ucleic **a**cid«)
rRNA – ribosomska ribonukleinska kislina (»**r**ibosomal **r**ibo**n**ucleic **a**cid«)
mRNA – sporočilna oz. obveščevalna ribonukleinska kislina (»**m**essenger **r**ibo**n**ucleic **a**cid«)

Gen je odsek na molekuli DNA, ki ima informacijo za sintezo nekega »genskega produkta«. **"Izražanje gena"** pomeni nastajanje tega produkta.

Obstajata dve vrsti genov: geni, katerih končni produkt je molekula RNA (**geni z zapisom za tRNA ali rRNA**) in geni, katerih vmesni produkt je **mRNA**, in končni produkt protein (**geni z zapisom za protein**).

Molekule RNA nastajajo tako, da se v procesu **prepisovanja** (= **transkripcije**) deoksiribonukleotidno zaporedje DNA prepiše v ribonukleotidno zaporedje **ustrezne molekule RNA** (tRNA, rRNA ali mRNA). Molekule mRNA se v procesu **prevajanja** (= **translacije**) prevedejo v zaporedje aminokislin proteina.

Proteini ali beljakovine so **"ključni igralci življenja",** saj opravljajo življenjsko pomembne naloge.

Zaporedje aminokislin v proteinu je torej določeno z zaporedjem ribonukleotidov v mRNA oz. z zaporedjem deoksiribonukleotidov v DNA.

2 ZGRADBA IN NALOGA POSAMEZNIH RNA

2.1 tRNA

Naloga molekul prenašalnih oz. transportnih ribonukleinskih kislin (tRNA) je vezava specifičnih aminokislin in njihov transport na mesto translacije, kjer se aminokisline uporabi kot gradnike proteinov. Za vsako aminokislino obstaja specifična tRNA, ki veže samo to aminokislino.

tRNA so razmeroma kratke molekule – zgrajene iz 75 do 90 ribonukleotidov. Parjenje komplementarnih baz v isti verigi povzroči, da imajo vse tRNA sicer obliko nekakšne **triperesne deteljice**, ki pa se še dodatno zvije v prostoru, tako da se vse tRNA po obliki med seboj razlikujejo. To je zelo pomembno zato, da se bosta "prava" tRNA in njej ustrezna aminokislina "prepoznali" in se med seboj povezali.

Vsaka tRNA ima dva pomembna dela: antikodonsko ročico, ki je v osrednjem delu in ročico CCA, ki je na 3'-koncu.

Antikodonska ročica ima triplet ribonukleotidov, imenovan **antikodon**. tRNA mora s svojim antikodonom najti ustrezen komplementaren triplet ribonukleotidov na matrični mRNA, imenovan **kodon**.

Na **ročico CCA** specifičen encim pripne ustrezno aminokislino. Encim razlikuje podrobnosti v oblikah različnih tRNA in tudi prepozna obliko "prave" aminokisline, tako da skupaj poveže resnično ustrezna partnerja. Na ta način bo vsaki tRNA s specifičnim antikodonom pripojena točno določena, specifična aminokislina.

2.2 rRNA

Ribosomi so majhni celični organeli v citoplazmi, zgrajeni iz dveh podenot (večje in manjše), ki ju gradijo ribosomske ribonukleinske kisline (**rRNA**) in majhni **ribosomski proteini**. Na ribosomih se informacija mRNA prevaja v zaporedje aminokislin - poteka sinteza proteinov **(translacija**). Ribosomski podenoti se sestavita v celoto šele v začetku translacije.

Za sam potek translacije ste na ribosomu še posebej pomembni dve mesti: **P-mesto** (peptidilno mesto) in **A-mesto** (aminokislinsko mesto).

rRNA so do 2900 ribonukleotidov dolge verige, med katerimi prihaja do parjenja baz, tako da rRNA oblikujejo nekakšno mrežo, v katero se ujamejo majhni ribosomski proteini, ki sedaj skupaj z rRNA oblikujejo ribosome.

2.3 mRNA

Sporočilna (obveščevalna) ribonukleinska kislina (mRNA) je vmesni produkt na poti izražanja gena, ki ima zapis za nek protein. mRNA je prepis gena (**matrične ali kodogene verige DNA**) in matrica za prevod genetske informacije v zgradbo proteina.

mRNA nastane tekom **transkripcije**, ko se deoksiribonukleotidi DNA s pomočjo encima polimeraza RNA prepišejo v zaporedje ribonukleotidov mRNA. Zaporedje ribonukleotidov **mRNA** je razporejeno v **kodone oz. triplete**, pri čemer 1 kodon gradijo 3 ribonukleotidi.

3 TRANSKRIPCIJA

S **prepisovanjem ali transkripcijo** gena v molekulo RNA se začne **gen "izražati"**. Transkripcija poteka v citoplazmi in za njo niso potrebni posebni celični organeli, je pa potreben encim, ki ga imenujemo **polimeraza RNA ali RNA-polimeraza**.

Verigi DNA gena se po svoji vlogi razlikujeta. Ena veriga je **kodirajoča** (kodira nek protein – tam je nameščen gen za želeni protein) in nastala mRNA je njena natančna kopija - kodirajoča veriga DNA in mRNA imata enaki zaporedji nukleotidov (pozor T v DNA je U v mRNA). Za nekatere gene je kodirajoča veriga DNA tista z orientacijo 5' → 3', za druge gene je kodirajoča veriga DNA tista z orientacijo 3' → 5'. Druga veriga, kodirajoči verigi komplementarna veriga, služi za matrico, na kateri RNA-polimeraza sintetizira mRNA in ji pravimo **matrična** veriga.

Sprožilni dejavniki za izražanje nekega gena DNA – torej za začetek same transkripcije, so molekule (večinoma specifični proteini), ki se s svojo obliko prilegajo k značilni obliki regulacijskega zaporedja gena, se tja vežejo in izpostavijo začetek gena **– promotor**, da se nanj veže encim **polimeraza RNA.**

Dvoverižna DNA gena se po vezavi polimeraze RNA na promotor razklene in encim prične, ne glede na orientacijo kodirajoče verige DNA, v smeri **5'→ 3'** (če gledamo novonastajajočo verigo RNA) na sproščene deoksiribonukleotidne baze matrične verige DNA polagati komplementarne ribonukleotide in jih povezovati med seboj v zaporedje RNA. Tako se RNA-polimeraza giblje vzdolž gena, DNA se pred njo razklenjuje in

sintetizira se mRNA. Pravimo tudi, da RNA-polimeraza verigo matrične DNA **bere** v smeri **3' → 5'**. Za polimerazo RNA se enojni verigi DNA znova združujeta. Ko RNA-polimeraza pride do konca gena, naleti na **zaključno zaporedje**, ki ga prepiše v konček RNA. Le-ta se zaradi množice komplementarnih baz *spari v nekakšno zanko, kar je signal encimu, da je konec sinteze RNA*.
Za razumevanje transkripcije si oglej spodnji primer prepisa genetske informacije DNA v mRNA:

(odsek DNA-kodirajoča veriga)
5'-...ATG-CTT-GAG-GAT...-3'
→ **5'-...AUG-CUU-GAG-GAU...-3'**
3'-...TAC-GAA-CTC-CTA...-'5 (odsek mRNA – 4 kodoni)
(odsek DNA-matrična veriga)

4 TRANSLACIJA

Translacija je proces, ki sledi transkripciji mRNA in pomeni **prevajanje genske informacije**, to je zaporedja ribonukleotidov mRNA v **zaporedje aminokislin** proteina. Ta proces poteka na ribosomih - citoplazemskih "delavnicah" za sintezo proteinov.

Pri translaciji se po trije nukleotidi (3 nukleotide skupaj imenujemo kodon ali triplet), ki gradijo mRNA prevajajo v zaporedje aminokislin.

4.1 GENETSKI KOD

Genetski kod je "slovarček" za prevajanje iz "genskega jezika" (v njem so "besede " posamezni geni, "črke" pa nukleotidi) v "jezik proteinov" (v njem so "besede" posamezni proteini, "črke" pa aminokisline). Po trije ribonukleotidi, ki predstavljajo en triplet oz. kodon, kodirajo eno aminokislino. V procesu translacije se namreč zaporedja tripletov oz. kodonov mRNA v smeri 5' → 3' prevajajo v zaporedja aminokislin proteinov. **Kodon** je torej ena enota na mRNA zgrajena iz treh nukleotidov, ki **kodira eno aminokislino**. Nanj se prilega tRNA s komplementarnim zaporedjem ribonukleotidov v antikodonu, ki nosi za triplet specifično aminokislino.

Za razumevanje genetskega koda, si oglej spodnji primer prevoda genske informacije mRNA v protein in tabelo, v kateri so zapisani vsi možni kodoni in njihov pomen.

5'-...AUG-CUU-GAG-GAU...-3' → **...Met-Leu-Glu-Asp...**
(odsek mRNA – 4 kodoni) (odsek proteina)

druga baza

prva baza	U	C	A	G	tretja baza
U	UUU, UUC: fenil-alanin (Phe) UUA, UUG: levcin (Leu)	UCU, UCC, UCA, UCG: serin (Ser)	UAU, UAC: tirozin (Tyr) UAA: STOP UAG: STOP	UGU, UGC: cistein (Cys) UGA: STOP UGG: triptofan (Trp)	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG: levcin (Leu)	CCU, CCC, CCA, CCG: prolin (Pro)	CAU, CAC: histidin (His) CAA, CAG: glutamin (Gln)	CGU, CGC, CGA, CGG: arginin (Arg)	U C A G
A	AUU, AUC, AUA: izolevcin (Ile) AUG: metionin (Met)	ACU, ACC, ACA, ACG: treonin (Thr)	AAU, AAC: asparagin (Asn) AAA, AAG: lizin (Lys)	AGU, AGC: serin (Ser) AGA, AGG: arginin (Arg)	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG: valin (Val)	GCU, GCC, GCA, GCG: alanin (Ala)	GAU, GAC: asparaginska kislina (Asp) GAA, GAG: glutaminska kislina (Glu)	GGU, GGC, GGA, GGG: glicin (Gly)	U C A G

V tabeli je prikazan pomen 64 kodonov (kombinacij različnih zaporedij s tremi nukleotidi) na mRNK.

Vsak kodon vedno kodira eno samo aminokislino, npr. kodon CAG (zaporedje nukleotidov na mRNA z organskimi bazami citozin, adenin in gvanin) zmeraj pomeni aminokislino glutamin. Izjema so le *stop kodoni*, ki ne kodirajo nobene aminokisline.

Posamezno aminokislino lahko zapišemo z več različnimi kodoni, npr. glutamin lahko zapišemo tudi s kodonom CAA. Pojav, da je posamezna aminokislina v genetskem kodu lahko zapisana na več načinov imenujemo **DEGENERIRANOST genskega koda.**

Genetski kod ima še eno lastnost, pravimo, da je **UNIVERZALEN** – enoten pri vseh živih bitjih, kar pomeni, da je npr. aminokislina metionin (oz. f-met) pri vse organizmih zapisana s kodonom AUG.

Nekaj kodonov ima posebno vlogo:
-kodon **AUG** je "**iniciacijski kodon**" ali "**startni kodon**", saj, umeščen v začetnem delu mRNA, označuje začetek sinteze proteina pri večini genov. Kodira aminokislino **formil-metionin** (**f-Met**). Kodon AUG je lahko umeščen tudi za začetnim delom mRNA, a v teh primerih kodira aminokislino **metionin**. Nekateri geni imajo kot iniciacijski kodon GUG ali UUG.
- "**zaključni kodoni**" ("**terminacijski**", "**nesmiselni** ali "**stop**" **kodoni**) **UAA, UAG, UGA** pa označujejo konec sinteze proteinov in ne kodirajo nobene aminokisline.

4.2 FAZE TRANSLACIJE

Translacija poteka v treh fazah - INICIACIJA, ELONGACIJA, TERMINACIJA:

4.2.1 INICIACIJA

Translacija se prične, ko se mRNA, mala ribosomska podenota in začetna tRNA, ki nosi prvo aminokislino proteina, v citoplazmi celice povežejo skupaj in oblikujejo **iniciacijski kompleks**. Začetna tRNA je običajno tista, ki prepozna iniciacijski kodon AUG in nosi aminokislino f-Met (f-Met-tRNA).

V začetnem delu mRNA, približno 10 nukleotidov pred iniciacijskim kodonom, je posebno zaporedje (večinoma **5'-AGGAGG-3'**), ki ga označimo kot **ribosomsko vezavno mesto**. To mesto prepozna mala ribosomska podenota in se nanj veže. Znotraj tega kompleksa se tRNA s svojim antikodonom veže na iniciacijski kodon mRNA (večinoma **f-Met-tRNA** z antikodonom **UAC** na startni kodon **AUG mRNA)**, ki je pozicioniran v **mestu P** na mali podenoti ribosoma. Nato pa se na ta kompleks veže še večja podenota ribosoma.

4.2.2 ELONGACIJA

Po prvi tRNA, ki se je usedla v **mesto P**, se naslednja (s "svojo" aminokislino) usede v sosednje **mesto A**. Encim peptidaza poveže aminokislini, ki sta na posameznih tRNA s ***peptidno vezjo***. Tako ostaneta obe aminokislini sedaj vezani na drugo tRNA, prva tRNA – z mesta P pa se odstrani z ribosoma. Ribosom se nato za tri nukleotide mRNA (oz. za en kodon) v smeri **5' → 3'** premakne naprej, zato se sprosti A-mesto – na katerega se veže naslednja tRNA s komplementarnim antikodonom, ki je prinesla novo, ustrezno, aminokislino na ribosom.

Proces translacije se tako nadaljuje, berejo in prevajajo se kodoni, sintetizira se daljša in daljša veriga peptidov in temu pravimo **elongacija (= podaljševanje**).

4.2.3 TERMINACIJA

Potovanje ribosoma po verigi mRNA in prihajanje tRNA z ustrezajočimi aminokislinami se ponavlja vse do dela mRNA, na katerem je **stop-kodon** (**UAA ali UGA ali UAG**) - triplet nukleotidov, ki ne zapisuje nobene aminokisline. Ko se ta triplet znajde na **A-mestu ribosoma**, se povezava med mRNA, ribosomom in tRNA prekine, ribosom spet razpade na dve podenoti, novonastali protein se sprosti v citoplazmo. Sinteza proteina se je zaključila s procesom terminacije.

5 SKLEP

Osrednje pravilo molekularne genetike pove, da se genska informacija prenaša enosmerno, in sicer v smeri:

DNA → RNA → protein

oziroma:

nukleotidni zapis v genu → podvajanje tega zapisa pri podvajanju DNA in njegova porazdelitev v hčerinji celici → med izražanjem genov prepis (transkripcija) tega zapisa v zaporedje ribonukleotidov mRNA → prevod (translacija) zaporedja ribonukleotidov v zaporedje aminokislin proteina.

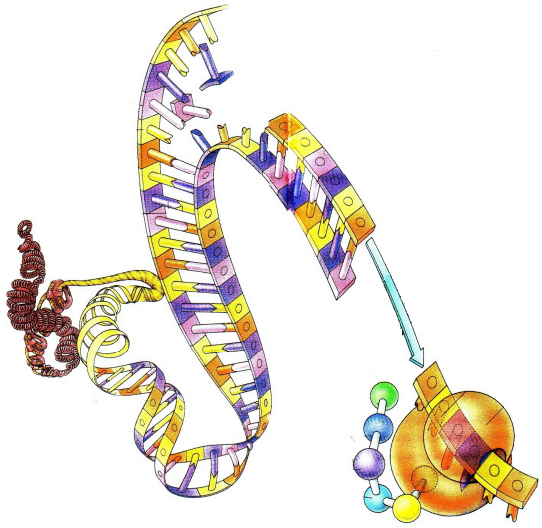
Kasnejša spoznanja so to pravilo popravila, saj genom nekaterih *virusov* sestavlja RNA, ki se po vdoru v gostiteljsko celico prepiše v DNA, ta pa se vgradi v genom gostiteljske celice in od tu naprej gre informacija po ustaljenem osrednjem pravilu molekularne genetike. Iz tega sledi popravljeno pravilo:

DNA ↔ RNA → protein

Priloga B

Učna enota za skupino, ki se je učila z besedilom in slikami in za učitelje, ki so izvedli klasično uro

OD GENA DO PROTEINA pri BAKTERIJAH



Kazalo vsebine:

	str.
1 OSNOVNA SHEMA PRETOKA GENSKE INFORMACIJE PRI IZRAŽANJU GENOV	2
2 ZGRADBA in NALOGE POSAMEZNIH RNA	3
2.1 tRNA	3
2.2 rRNA	4
2.3 mRNA	4
3 TRANSKRIPCIJA	5
4. TRANSLACIJA	7
4.1 GENETSKI KOD	7
4.2 FAZE TRANSLACIJE	8
4.2.1 INICIACIJA	8
4.2.2 ELONGACIJA	9
4.2.3 TERMINACIJA	9
5 SKLEP	10

1 OSNOVNA SHEMA pretoka genske informacije pri IZRAŽANJU GENOV

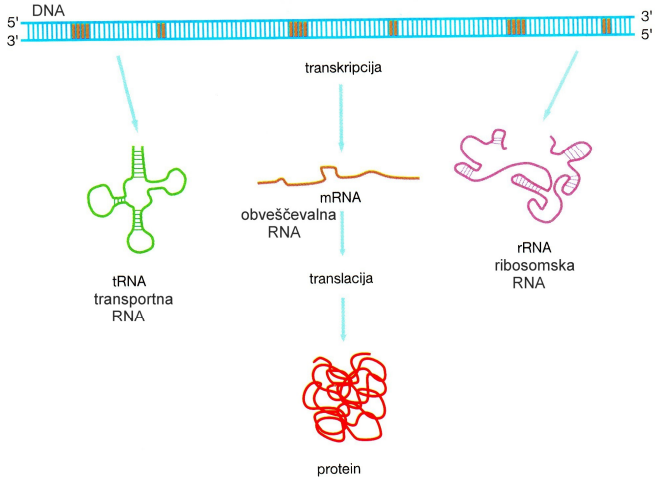
Gen (DNA) → mRNA → protein
prepisovanje (transkripcija) **prevajanje (translacija)**
↓
tRNA, rRNA

Legenda:
DNA – deoksiribonukleinska kislina (»**d**eoxy**r**ibo**n**ucleic **a**cid«)
tRNA – prenašalna oz. transportna ribonukleinska kislina (»**t**ransfer **r**ibo**n**ucleic **a**cid«)
rRNA – ribosomska ribonukleinska kislina (»**r**ibosomal **r**ibo**n**ucleic **a**cid«)
mRNA – sporočilna oz. obveščevalna ribonukleinska kislina (»**m**essanger **r**ibo**n**ucleic **a**cid«)

Gen je odsek na molekuli DNA, ki ima informacijo za sintezo nekega »genskega produkta«. **"Izražanje gena"** pomeni nastajanje tega produkta.
Obstajata dve vrsti genov: geni, katerih končni produkt je molekula RNA (**geni z zapisom za tRNA ali rRNA**) in geni, katerih vmesni produkt je **mRNA**, in končni produkt protein (**geni z zapisom za protein**).

Molekule RNA nastajajo tako, da se v procesu **prepisovanja** (= **transkripcije**) deoksiribonukleotidno zaporedje DNA prepiše v ribonukleotidno zaporedje **ustrezne molekule RNA** (tRNA, rRNA ali mRNA). Molekule mRNA se v procesu **prevajanja** (= **translacije**) prevedejo v zaporedje aminokislin proteina.

Proteini ali beljakovine so **"ključni igralci življenja",** saj opravljajo življenjsko pomembne naloge. Zaporedje aminokislin v proteinu je torej določeno z zaporedjem ribonukleotidov v mRNA oz. z zaporedjem deoksiribonukleotidov v DNA.



Slika 1: Shematski prikaz poteka genske informacije pri izražanju genov

2 ZGRADBA in NALOGE POSAMEZNIH RNA

2.1 tRNA

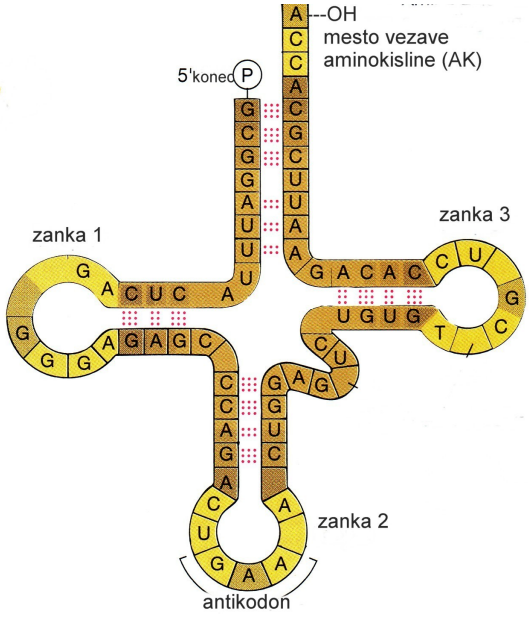
Naloga molekul prenašalnih oz. transportnih ribonukleinskih kislin (tRNA) je **vezava specifičnih aminokislin in njihov transport na mesto translacije**, kjer se aminokisline uporabi kot gradnike proteinov. Za vsako aminokislino obstaja specifična tRNA, ki veže samo to aminokislino.

tRNA so razmeroma kratke molekule – zgrajene iz 75 do 90 ribonukleotidov. Parjenje komplementarnih baz v isti verigi povzroči, da imajo vse tRNA sicer obliko nekakšne **triperesne deteljice** (*glej Sliko 2*), ki pa se še dodatno zvije v prostoru, tako da se vse tRNA po obliki med seboj razlikujejo. To je zelo pomembno zato, da se bosta "prava" tRNA in njej ustrezna aminokislina "prepoznali" in se med seboj povezali.

Vsaka tRNA ima dva pomembna dela: *antikodonsko ročico,* ki je v osrednjem delu in *ročico CCA*, ki je na 3'-koncu.

Antikodonska ročica ima triplet ribonukleotidov, imenovan **antikodon**. tRNA mora s svojim antikodonom najti ustrezen komplementaren triplet ribonukleotidov na matrični mRNA, imenovan **kodon**.

Na **ročico CCA** specifičen encim pripne **ustrezno aminokislino.** Encim razlikuje podrobnosti v oblikah različnih tRNA in tudi prepozna obliko "prave" aminokisline, tako da skupaj poveže resnično ustrezna partnerja. Na ta način bo vsaki tRNA s specifičnim antikodonom pripojena točno določena, specifična aminokislina.



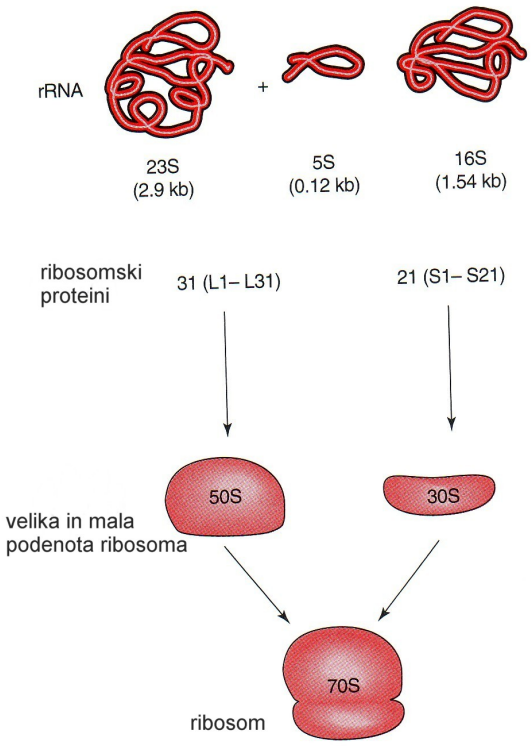
Slika 2: Zgradba transportne ribonukleinske kisline (tRNA)

2.2 rRNA

Ribosomi so majhni celični organeli v citoplazmi, zgrajeni iz dveh podenot (večje in manjše), ki ju gradijo **ribosomske ribonukleinske kisline (rRNA)** in majhni **ribosomski proteini.** Na ribosomih se informacija mRNA prevaja v zaporedje aminokislin - poteka sinteza proteinov (translacija). Ribosomski podenoti se sestavita v celoto šele v začetku translacije.

Za sam potek translacije ste na ribosomu še posebej pomembni dve mesti: **P-mesto** (peptidilno mesto) in **A-mesto** (aminokislinsko mesto) (*prikazano v nadaljevanju na Sliki 6*).

rRNA so do 2900 ribonukleotidov dolge verige, med katerimi prihaja do parjenja baz, tako da rRNA oblikujejo nekakšno mrežo, v katero se ujamejo majhni ribosomski proteini, ki sedaj skupaj z rRNA oblikujejo ribosome.

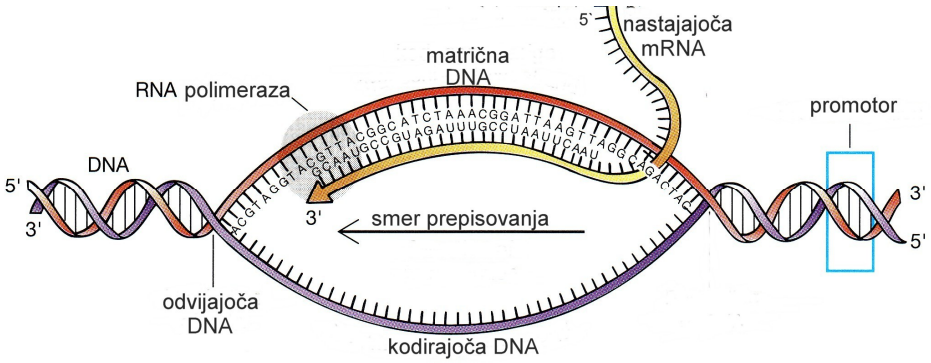


Slika 3: Zgradba prokariontskih ribosomov

2.3 mRNA

Sporočilna (obveščevalna) ribonukleinska kislina (mRNA) je vmesni produkt na poti izražanja gena, ki ima zapis za nek protein. mRNA je prepis gena (**matrične ali kodogene verige DNA**) in matrica za prevod genetske informacije v zgradbo proteina.

mRNA nastane tekom **transkripcije**, ko se deoksiribonukleotidi DNA s pomočjo encima polimeraza RNA prepišejo v zaporedje ribonukleotidov mRNA. Zaporedje ribonukleotidov **mRNA** je razporejeno v **kodone oz. triplete**, pri čemer *1 kodon gradijo 3 ribonukleotidi*.



Slika 4: Shematičen prikaz poteka transkripcije pri čemer nastane mRNA

3 TRANSKRIPCIJA

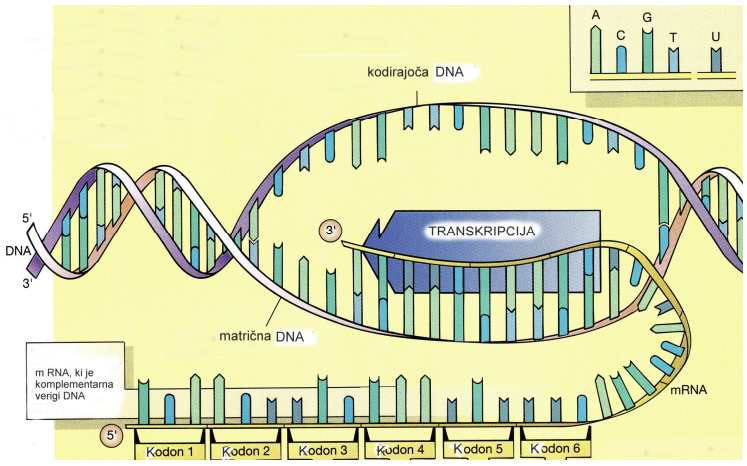
S **prepisovanjem ali transkripcijo** gena v molekulo RNA se začne **gen "izražati"**. Transkripcija poteka v citoplazmi in za njo niso potrebni posebni celični organeli, je pa potreben encim, ki ga imenujemo **polimeraza RNA ali RNA-polimeraza**.

Verigi DNA gena se po svoji vlogi razlikujeta. Ena veriga je **kodirajoča** (kodira nek protein – tam je nameščen gen za želeni protein) in nastala mRNA je njena natančna kopija - kodirajoča veriga DNA in mRNA imata enaki zaporedji nukleotidov (pozor T v DNA je U v mRNA). Za nekatere gene je kodirajoča veriga DNA tista z orientacijo 5' → 3', za druge gene je kodirajoča veriga DNA tista z orientacijo 3' → 5'. Druga veriga, kodirajoči verigi komplementarna veriga, služi za matrico, na kateri RNA-polimeraza sintetizira mRNA in ji pravimo **matrična** veriga.

Sprožilni dejavniki za izražanje nekega gena DNA – torej za začetek same transkripcije, so molekule (večinoma specifični proteini), ki se s svojo obliko prilegajo k značilni obliki regulacijskega zaporedja gena, se tja vežejo in izpostavijo začetek gena – **promotor** (*glej Sliko 4*), da se nanj veže encim **polimeraza RNA.**

Dvoverižna DNA gena se po vezavi polimeraze RNA na promotor razklene in encim prične, ne glede na orientacijo kodirajoče verige DNA, v smeri **5'→ 3'** (če gledamo novonastajajočo verigo RNA) na sproščene deoksiribonukleotidne baze matrične verige DNA polagati komplementarne ribonukleotide in jih povezovati med seboj v zaporedje RNA (*Slika 5*). Tako se RNA-polimeraza giblje vzdolž gena, DNA se pred njo razklenjuje in sintetizira se mRNA. Pravimo tudi, da RNA-polimeraza verigo matrične DNA **bere** v smeri **3' → 5'**. Za polimerazo RNA se enojni verigi DNA znova združujeta.

Ko RNA-polimeraza pride do konca gena, naleti na **zaključno zaporedje**, ki ga prepiše v konček RNA. Le-ta se zaradi množice komplementarnih baz *spari v nekakšno zanko, kar je signal encimu, da je konec sinteze RNA.*



Slika 5: Potek transkripcije

Za razumevanje transkripcije si oglej spodnji primer prepisa genetske informacije DNA v mRNA:

(odsek DNA-kodirajoča oz. kodogena veriga)
5'-...ATG-CTT-GAG-GAT...-3'

5'-...AUG-CUU-GAG-GAU...-3'
3'-...TAC-GAA-CTC-CTA...-'5 (odsek mRNA – 4 kodoni)
(odsek DNA-matrična veriga)

4 TRANSLACIJA

Translacija je proces, ki sledi transkripciji mRNA in pomeni **prevajanje genske informacije**, to je zaporedja ribonukleotidov mRNA v **zaporedje aminokislin** proteina. Ta proces poteka na ribosomih - citoplazemskih "delavnicah" za sintezo proteinov.

Pri translaciji se po trije ribonukleotidi (3 ribonukleotide skupaj imenujemo kodon ali triplet)**, ki gradijo mRNA prevajajo v zaporedje aminokislin.**

4.1 GENETSKI KOD

Genetski kod je "slovarček" za prevajanje iz "genskega jezika" (v njem so "besede " posamezni geni, "črke" pa nukleotidi) v "jezik proteinov" (v njem so "besede" posamezni proteini, "črke" pa aminokisline). Po trije ribonukleotidi, ki predstavljajo en triplet oz. kodon, kodirajo eno aminokislino. V procesu translacije se namreč zaporedja tripletov oz. kodonov mRNA v smeri 5' → 3' prevajajo v zaporedja aminokislin proteinov. **Kodon** je torej ena enota na mRNA zgrajena iz treh nukleotidov, ki kodira eno aminokislino. Nanj se prilega tRNA s komplementarnim zaporedjem ribonukleotidov v antikodonu, ki nosi za triplet specifično aminokislino.

Za razumevanje genetskega koda, si oglej spodnji primer prevoda genske informacije mRNA v protein in tabelo, v kateri so zapisani vsi možni kodoni in njihov pomen.

5'-...AUG-CUU-GAG-GAU...-3' → ...Met-Leu-Glu-Asp...
(odsek mRNA – 4 kodoni) (odsek proteina)

Vsak kodon vedno kodira eno samo aminokislino, npr. kodon CAG (zaporedje nukleotidov na mRNA z organskimi bazami citozin, adenin in gvanin) zmeraj pomeni aminokislino glutamin. Izjema so le *stop kodoni*, ki ne kodirajo nobene aminokisline.

druga baza

prva baza	U	C	A	G	tretja baza
U	UUU, UUC: fenil-alanin (Phe) UUA, UUG: levcin (Leu)	UCU, UCC, UCA, UCG: serin (Ser)	UAU, UAC: tirozin (Tyr) UAA: STOP UAG: STOP	UGU, UGC: cistein (Cys) UGA: STOP UGG: triptofan (Trp)	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG: levcin (Leu)	CCU, CCC, CCA, CCG: prolin (Pro)	CAU, CAC: histidin (His) CAA, CAG: glutamin (Gln)	CGU, CGC, CGA, CGG: arginin (Arg)	U C A G
A	AUU, AUC, AUA: izolevcin (Ile) AUG: metionin (Met)	ACU, ACC, ACA, ACG: treonin (Thr)	AAU, AAC: asparagin (Asn) AAA, AAG: lizin (Lys)	AGU, AGC: serin (Ser) AGA, AGG: arginin (Arg)	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG: valin (Val)	GCU, GCC, GCA, GCG: alanin (Ala)	GAU, GAC: asparaginska kislina (Asp) GAA, GAG: glutaminska kislina (Glu)	GGU, GGC, GGA, GGG: glicin (Gly)	U C A G

V tabeli je prikazan pomen 64 kodonov (kombinacij različnih zaporedij s tremi nukleotidi) na mRNK.

Posamezno aminokislino lahko zapišemo z več različnimi kodoni, npr. glutamin lahko zapišemo tudi s kodonom CAA. Pojav, da je posamezna aminokislina v genetskem kodu lahko zapisana na več načinov imenujemo **DEGENERIRANOST genskega koda.**

Genetski kod ima še eno lastnost, pravimo, da je **UNIVERZALEN** – enoten pri vseh živih bitjih, kar pomeni, da je npr. aminokislina metionin (oz. f-met) pri vse organizmih zapisana s kodonom AUG.

Nekaj kodonov ima posebno vlogo:
-kodon **AUG** je "**iniciacijski kodon**" ali "**startni kodon**", saj, umeščen v začetnem delu mRNA, označuje začetek sinteze proteina pri večini genov. Kodira aminokislino **formil-metionin** (**f-Met**). Kodon AUG je lahko umeščen tudi za začetnim delom mRNA, a v teh primerih kodira aminokislino **metionin**. Nekateri geni imajo kot iniciacijski kodon GUG ali UUG.
- "**zaključni kodoni**" ("**terminacijski**", "**nesmiselni** ali "**stop**" **kodoni**) **UAA, UAG, UGA** pa označujejo konec sinteze proteinov in ne kodirajo nobene aminokisline.

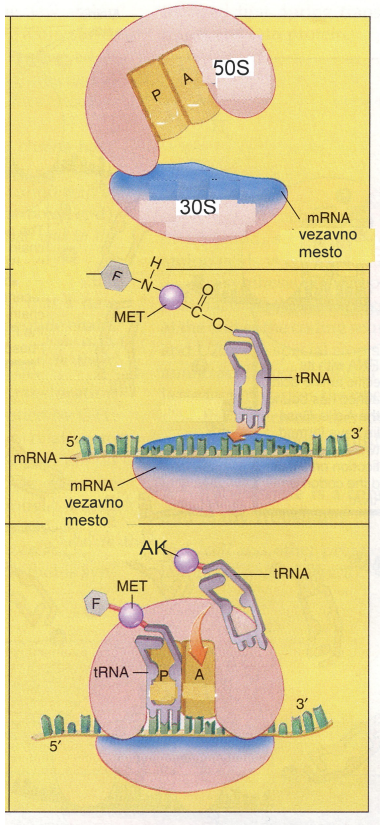
4.2 FAZE TRANSLACIJE

Translacija poteka v treh fazah - INICIACIJA, ELONGACIJA, TERMINACIJA:

4.2.1 INICIACIJA

Translacija se prične, ko se mRNA, mala ribosomska podenota in začetna tRNA, ki nosi prvo aminokislino proteina, v citoplazmi celice povežejo skupaj in oblikujejo **iniciacijski kompleks**. Začetna tRNA je običajno tista, ki prepozna iniciacijski kodon AUG in nosi aminokislino f-Met (f-Met-tRNA).

V začetnem delu mRNA, približno 10 nukleotidov pred iniciacijskim kodonom, je posebno zaporedje (večinoma **5'-AGGAGG-3'**), ki ga označimo kot **ribosomsko vezavno mesto**. To mesto prepozna mala ribosomska podenota in se nanj veže. Znotraj tega kompleksa se tRNA s svojim antikodonom veže na iniciacijski kodon mRNA (večinoma **f-Met-tRNA** z antikodonom **UAC** na startni kodon **AUG mRNA)**, ki je pozicioniran v **mestu P** na mali podenoti ribosoma. Nato pa se na ta kompleks veže še večja podenota ribosoma.

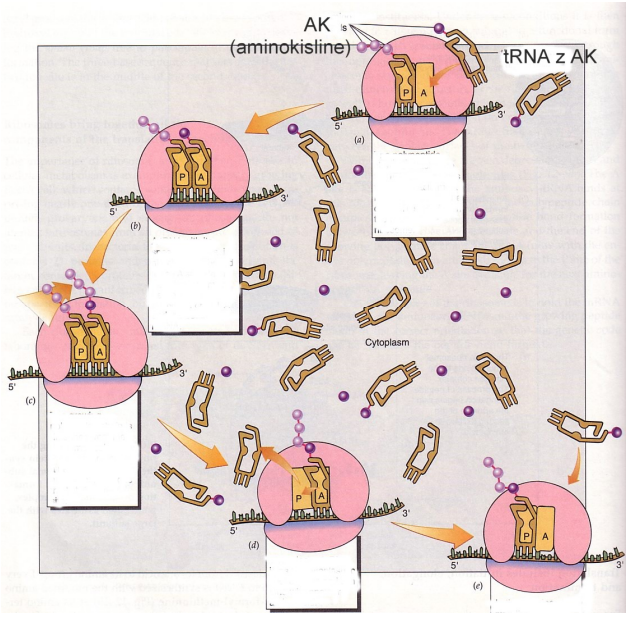


Slika 6: Začetek translacije - iniciacija

4.2.2 ELONGACIJA

Po prvi tRNA, ki se je usedla v **mesto P**, se naslednja (s "svojo" aminokislino) usede v sosednje **mesto A**. Encim peptidaza poveže aminokislini, ki sta na posameznih tRNA s ***peptidno vezjo***. Tako ostaneta obe aminokislini sedaj vezani na drugo tRNA, prva tRNA – z mesta P pa se odstrani z ribosoma. Ribosom se nato za tri nukleotide mRNA (oz. za en kodon) v smeri **5' → 3'** premakne naprej, zato se sprosti A-mesto – na katerega se veže naslednja tRNA s komplementarnim antikodonom, ki je prinesla novo, ustrezno, aminokislino na ribosom.

Proces translacije se tako nadaljuje, berejo in prevajajo se kodoni, sintetizira se daljša in daljša veriga peptidov in temu pravimo **elongacija (= podaljševanje).**



Slika 7: Potek translacije - elongacija

4.2.3 TERMINACIJA

Potovanje ribosoma po verigi mRNA in prihajanje tRNA z ustrezajočimi aminokislinami se ponavlja vse do dela mRNA, na katerem je **stop-kodon** (**UAA ali UGA ali UAG**) - triplet nukleotidov, ki ne zapisuje nobene aminokisline. Ko se ta triplet znajde na **A-mestu ribosoma**, se povezava med mRNA, ribosomom in tRNA prekine, ribosom spet razpade na dve podenoti, novonastali protein se sprosti v citoplazmo. Sinteza proteina se je zaključila s procesom terminacije.

5 SKLEP

Osrednje pravilo molekularne genetike pove, da se genska informacija prenaša enosmerno, in sicer v smeri:

DNA → RNA → protein

oziroma:

nukleotidni zapis v genu → podvajanje tega zapisa pri podvajanju DNA in njegova porazdelitev v hčerinji celici → med izražanjem genov prepis (transkripcija) tega zapisa v zaporedje ribonukleotidov mRNA → prevod (translacija) zaporedja ribonukleotidov v zaporedje aminokislin proteina.

Kasnejša spoznanja so to pravilo popravila, saj genom nekaterih *virusov* sestavlja RNA, ki se po vdoru v gostiteljsko celico prepiše v DNA, ta pa se vgradi v genom gostiteljske celice in od tu naprej gre informacija po ustaljenem osrednjem pravilu molekularne genetike. Iz tega sledi popravljeno pravilo:

DNA ↔ RNA → protein

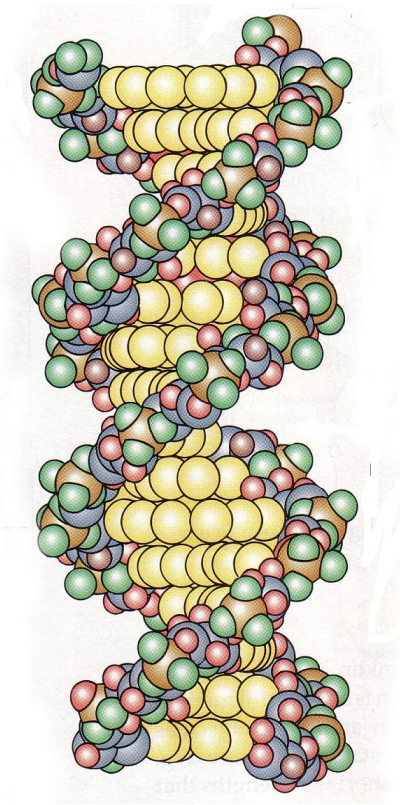
Priloga D

Predpreizkus znanja

PREDPREIZKUS ZNANJA

GENETIKA - zgradba in lastnosti NUKLEINSKIH KISLIN

Šolsko leto 2007/08



Šifra dijaka/-inje: _____

Šola: _____

Datum: _____

Spol: _____ Starost: ____ *let* _____ *mesecev*

Na vprašanja od 1 do 3 odgovori v stavku:

1. Kaj je GEN?

2. Kaj je GENOM?

3. Kje v celici se nahaja nukleinska kislina, ki predstavlja dedni zapis prokariontskih (bakterijskih) celic?

Dopolni tabelo:

	ribonukleinska kislina (RNA)	**deoksiribonukleinska kislina (DNA)**
imena organskih baz (naštej vse 4 možne baze) **v nukleotidu**	4	5
ime nukleotida, če je baza *adenin*	6	7

V nadaljevanju pri vprašanjih oz. trditvah od 8 do 11 obkroži pravilni odgovor (pri vsakem vprašanju oz. stavku je le ena pravilna rešitev).

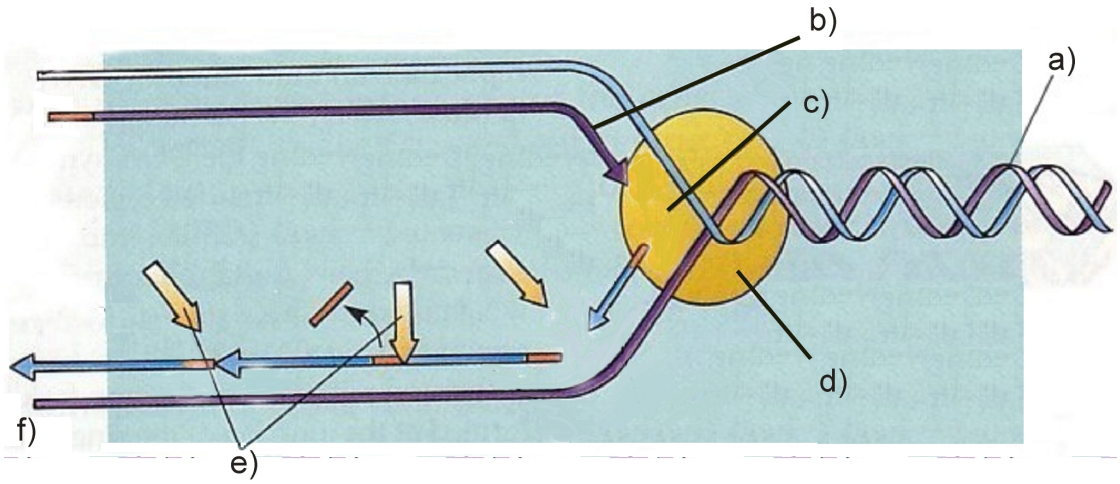
8. Kaj je osnovni gradnik katerekoli nukleinske kisline?
a) nukleosom
b) nukleotid
c) nukleozid
d) ribonukleotid

9. Kaj izmed spodaj naštetega gradi osnovno enoto vsake nukleinske kisline?
a) glukoza
b) organska vodikova baza
c) fosfatna skupina
d) maščobne kisline

10. Verigi v dvoverižni nukleinski kislini sta med seboj povezani preko
a) esterskih vezi
b) vodikovih vezi
c) dušikovih vezi
d) eterskih vezi

11. Katere snovi so zgrajene iz več med seboj povezanih aminokislin?
a) maščobe
b) sladkorji
c) beljakovine (proteini)
d) vitamini

Posamezne črke na spodnji skici označujejo določene strukture, katerih imena vpiši spodaj poleg trditev pod številkami 12 do 14, ki ti bodo pomagale pri odkrivanju teh imen.



12. Črka **a** označuje dvoverižno DNA, tik pred procesom

_____ .

13. Črka **b** označuje novonastajajočo verigo DNA, za katero je značilno, da nastaja nemoteno. Kako jo imenujemo? _____

14. Črka **c** označuje podvojevalne _____ .

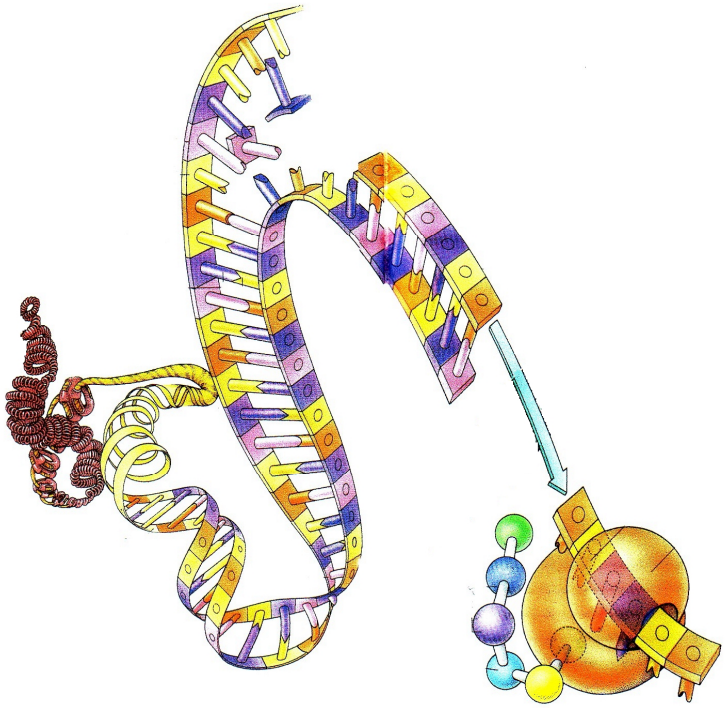
Priloga E

PREIZKUS ZNANJA

GENETIKA - sinteza proteinov pri bakterijah

PREIZKUS ZNANJA

Šolsko leto 2007/08



Šifra dijaka/-inje: _____

Šola: _____

Datum: _____

V stavku odgovori na vprašanja od 1 do 9:

1. Kaj je "izražanje" genov?

2. Kako imenujemo proces, v katerem nastanejo molekule RNA?

3. Kako imenujemo proces, v katerem s pomočjo molekul RNA nastajajo proteini?

4. Zapiši po pravilnem vrstnem redu stopnje procesa iz točke 3.!

*1.*_____ *2.* _____ *3.* _____

5. Od kod se prepiše mRNA?

6. Kaj je naloga mRNA?

7. Kaj je naloga tRNA?

8. Kaj je naloga rRNA?

9. Kaj je kodon?

10. Kaj označuje kodon UAA?

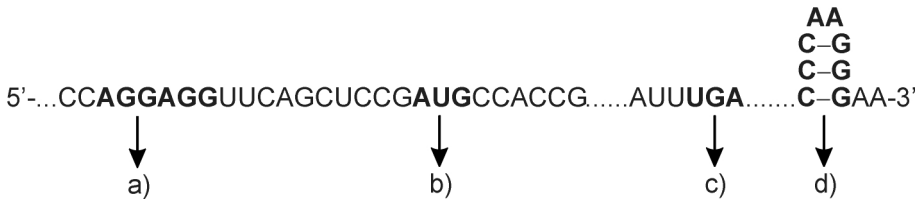
Pri nalogah 11 do 13 obkroži en najbolj pravilen odgovor:

11. Katerega izmed spodaj naštetih nukleotidov lahko najdemo v mRNA?
a) adeninski deoksiribonukleotid
b) timinski ribonukleotid
c) uracilni deoksiribonukleotid
d) citozinski ribonukleotid

12. Transkripcija je
a) proces nastajanja proteinov
b) prepisovanje dednega zapisa
c) prenos gole DNA iz ene bakterije v drugo
d) proces, ki sledi translaciji pri sintezi proteinov

13. Start kodon je pri bakterijah zapis za aminokislino
a) triptofan
b) arginin
c) valin
d) formil-metionin

Nalogi 14 in 15 se nanašata na skico A.



8 Skica A

14. Kaj predstavlja skica A? (Obkroži ustrezen odgovor – pravilen je en sam odgovor)
    a) DNA
    b) mRNA
    c) rRNA
    d) tRNA

15. Poimenuj, vsaj enega od odebeljenih odsekov na skici A!

    a) _____

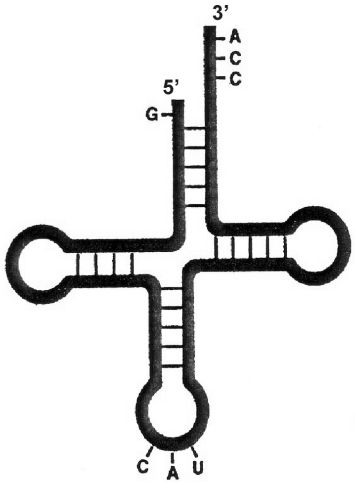
    b) _____

    c) _____

    d) _____

Naloge 16 do 18 se nanašajo na skico B.

16. Kaj predstavlja skica B? (Obkroži ustrezen odgovor – pravilen je en sam odgovor)



Skica B

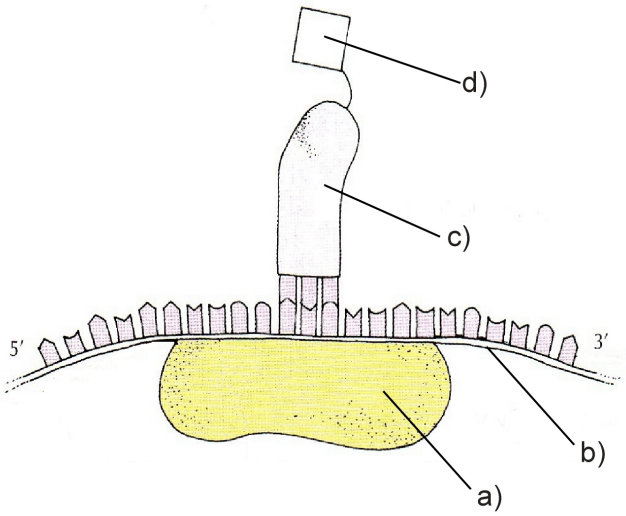
a) gre za prenašalno RNA z antikodonom CCA
b) gre za prenašalno RNA z antikodonom CAU
c) gre za obveščevalno RNA z antikodonom CCA
d) gre za obveščevalno RNA z antikodonom CAU

17. Ko je RNA-polimeraza sintetizirala prikazano molekulo, je dodajala nukleotide na verigo DNA z zaporedjem:
    a) 3'-G.....CAT.....CCA-5'
    b) 3'-C.....GTA.....GGT-5'
    c) 5'-G.....CAT.....CCA-3'
    d) 5'-C.....GTA.....GGT-3'

18. Katero zaporedje na mRNA prepozna prikazana molekula?

a) 5'-GTC-3'
b) 5'-CAT-3'
c) 5'-GUA-3'
d) 5'-AUG-3'

Naloge 19 do 23 se nanašajo na skico C, ki prikazuje iniciacijo.



Skica C

19. Poimenuj s **črko a** označeno strukturo:

_____

20. Poimenuj s **črko b** označeno strukturo:

_____

21. Poimenuj s **črko c** označeno strukturo:

_____

22. Poimenuj s **črko d** označeno strukturo:_____

23. Kakšen je antikodon na tej strukturi (označeni s črko d) – zapiši ga s črkami:

_____

Pri nalogah 24 do 29 izberi in obkroži pravilno možnost:

24. Med transkripcijoRNA-polimeraza bere staro verigo DNA v smeri a) 3 proti 5 *ali* b) 5 proti 3.

25. Elongacija je del translacije in pomeni a) podaljševanje *ali* b) zaključevanje v procesu sinteze beljakovin.

26. Sinteza beljakovin se zaključi, ko na mesto a) A *ali* b) P ribosoma pride terminacijski kodon.

27. Prevajanje ali translacija je proces, ki poteka v citoplazmi in v katerem se zaporedje ribonukleotidov prevaja v zaporedje a) deoksiribonukleotidov *ali* b) aminokislin.

28. Osnovno pravilo molekularne genetike se glasi: a) DNA → RNA → protein *ali*

b) RNA → DNA → protein.

29. Sodobne raziskave so osnovno molekularno dogmo dopolnile s/z a) RNA ↔ DNA *ali* b) RNA ↔ beljakovina.

S pomočjo spodnje tabele in legende ob njej reši naloge 30 do 35:

1. BAZA	2. BAZA: U	2. BAZA: C	2. BAZA: A	2. BAZA: G	3. BAZA
U	UUU, UUC: Phe	UCU, UCC: Ser	UAU, UAC: Tyr	UGU, UGC: Cys	U
	UUA, UUG: Leu	UCA, UCG: Ser	UAA, UAG: terminacijski	UGA: terminacijski; UGG: ry	C, A, G
C	CUU, CUC, CUA, CUG: Leu	CCA, CCG: Pro	CAU, CAC: His; CAA, CAG: Gln	CGU, CGC, CGA, CGG: Arg	U, C, A, G
A	AUU, AUC: Ileu; AUA, AUG: Met	ACU, ACC, ACA, ACG: Thr	AAU, AAC: Asn; AAA, AAG: Lys	AGU, AGC: Ser; AGA, AGG: Arg	U, C, A, G
G	GUU, GUC, GUA, GUG: Val	GCU, GCC, GCA, GCG: Ala	GAU, GAC: Asp; GAA, GAG: Glu	GGU, GGC, GGA, GGG: Gly	U, C, A, G

Legenda:

Phe – fenilalanin
Leu – leucin
Ser – serin
Tyr – tirozin
Cys – cistein
Pro – prolin
His – histidin
Gly – glicin
Arg – arginin
Ileu – izoleucin
Met – metionin
Thr – treonin
Asn – asparagin
Lys – lizin
Val – valin
Ala – alanin
Asp – aspartična kislina
Glu – glutaminska k.
Gln - glutamin

30. Kaj predstavlja zgornja tabela? _____

31. Katere aminokisline gradijo izsek beljakovine, ki nastaja na mRNA s sledečim zaporedjem kodonov:
…GUU-AAU-UAU… → aminokisline: _____

32. Katere aminokisline gradijo izsek neke beljakovine, katere kodirajoče zaporedje v DNA je sledeče:
… CTT-AAA-GGC… → aminokisline:_____

33. Napiši vse možne kodone za aminokislino fenilalanin:_____

34. Kako imenujemo pojav, ko je ena aminokislina zapisana (kodirana) z različnimi kodoni?

35. Ali je lahko več različnih aminokislin zapisanih z istim kodonom?

Priloga F

Motivacijski vprašalnik

ŠIFRA DIJAKA: _____

VPRAŠALNIK O MOTIVACIJSKIH STRATEGIJAH – MSLQ
Pintrich, Smith, Garcia in McKeachie, 1991

NAVODILO:
Pred vami je vprašalnik, v katerem je vrsta trditev, ki opisujejo vašo motivacijo in odnos do učenja genetike. V vprašalniku ni pravih ali napačnih odgovorov, zato prosimo, da odgovarjate iskreno. Natančno preberite vsako trditev in ob njen obkrožite v kolikšni meri velja za vas. Če posamezna trditev povsem velja za vas, obkrožite 7. Če trditev sploh ne velja za vas, obkrožite 1. Če pa trditev velja v večji ali manjši meri, obkrožite najbolj ustrezajočo številko med 1 in 7, ki velja za vas.

		1 zame nikakor ne velja						7 zame povsem velja
1.	Pri učenju genetike imam najraje snov, ki mi pomeni izziv, da se lahko naučim novih stvari.	1	2	3	4	5	6	7
2.	Ob preverjanju znanja iz genetike razmišljam o tem, kako slabo odgovarjam v primerjavi z mojimi sošolci.	1	2	3	4	5	6	7
3.	Mislim, da bom znanje, pridobljeno pri učenju genetike lahko uporabil/-a tudi pri drugih predmetih.	1	2	3	4	5	6	7
4.	Mislim, da bom pri ocenjevanju znanja iz genetike dobil/-a odlično oceno.	1	2	3	4	5	6	7
5.	Prepričan/-a sem, da lahko razumem tudi najtežjo snov, ki jo moram predelati pri učenju genetike.	1	2	3	4	5	6	7
6.	Pri učenju genetike bi mi predstavljalo največje zadovoljstvo, če bi dobil/-a dobro oceno.	1	2	3	4	5	6	7
7.	Pri pisnem ocenjevanju znanja iz genetike razmišljam o vprašanjih in drugih delih preizkusa, na katere ne znam odgovoriti.	1	2	3	4	5	6	7
8.	Pomembno se mi zdi, da se naučim snov, ki jo obravnavamo v okviru genetike.	1	2	3	4	5	6	7

9.	Trenutno mi je najpomembnejše izboljšanje povprečja, zato si želim dobiti dobro oceno pri ocenjevanju znanja iz genetike.	1	2	3	4	5	6	7
10.	Verjamem, da se lahko naučim temeljnih pojmov genetike.	1	2	3	4	5	6	7
11.	Če je le možno, si želim dobiti boljših ocen pri genetiki od večine mojih sošolcev.	1	2	3	4	5	6	7
12.	Med pisnim ocenjevanjem znanja iz genetike, razmišljam, kaj se bo zgodilo, če ga ne bom uspešno opravil/-a.	1	2	3	4	5	6	7
13.	Vem, da lahko razumem tudi najtežjo snov pri genetiki, ki jo razloži učitelj.	1	2	3	4	5	6	7
14.	Pri genetiki imam najraje snov, ki spodbudi mojo radovednost, kljub temu, da je težka.	1	2	3	4	5	6	7
15.	Vsebina snovi pri genetiki me zelo zanima.	1	2	3	4	5	6	7
16.	Pri ocenjevanju znanja iz genetike se počutim nelagodno in vznemirjeno.	1	2	3	4	5	6	7
17.	Prepričan/-a sem, da lahko pri genetiki odlično opravim naloge in ocenjevanje znanja.	1	2	3	4	5	6	7
18.	Pričakujem, da mi bo pri učenju genetike šlo dobro.	1	2	3	4	5	6	7
19.	Pri učenju genetike mi predstavlja največje zadovoljstvo to, da poskušam poglobljeno razumeti snov.	1	2	3	4	5	6	7
20.	Mislim, da je znanje, ki ga pridobivamo pri učenju genetike, koristno.	1	2	3	4	5	6	7
21.	Kadar imam pri genetiki možnost, izbiram takšne naloge, iz katerih se lahko česa naučim, kljub temu, da niso ocenjene.	1	2	3	4	5	6	7
22.	Všeč mi je snov, ki se je učimo pri genetiki.	1	2	3	4	5	6	7
23.	Pomembno se mi zdi, da razumem snov, ki se je učimo pri genetiki.	1	2	3	4	5	6	7
24.	Med ocenjevanjem znanja iz genetike mi srce močno razbija.	1	2	3	4	5	6	7
25.	Prepričan/-a sem, da lahko osvojim veščine, ki se jih učimo v okviru genetike.	1	2	3	4	5	6	7
26.	Mislim, da bom pri genetiki uspešen/-a, če bom upošteval/-a njegovo težavnost, zahteve učitelja in svoje zmožnosti.	1	2	3	4	5	6	7

Priloga G

Vprašalnik o učnih stilih

ŠIFRA DIJAKA/-INJE: _____

VPRAŠALNIK O STILIH UČENJA - ILSQ

Barbara A. Soloman, Richard M. Felder

NAVODILO:
Pred vami je vprašalnik, v katerem je vrsta trditev, ki opisujejo vas in vaš način pomnjenja podatkov, način učenja, dela v šoli… V vprašalniku ni pravih ali napačnih odgovorov, zato prosimo, da odgovarjate iskreno. Natančno preberite vsako izmed 44 trditev in ob njen obkrožite možnost, ki bolj velja za vas.

1. Stvari bolje razumem kadar
a) jih preizkusim.
b) o njih razmislim.

2. Raje bi se imel za
a) realista.
b) raziskovalca.

3. Kadar razmišljam o stvareh, ki sem jih doživel oz. delal včeraj,
a) dobim pred oči posamezne slike.
b) se spomnim posameznih besed.

4. Ponavadi pri razumevanju stvari ali dogodkov
a) razumem podrobnosti, a imam težave z razumevanjem celote.
b) razumem celoto, a imam težave z razumevanjem podrobnosti.

5. Pri učenju nove snovi mi pomaga, da o temi
a) razpravljam.
b) razmišljam.

6. Če bi bil po poklicu učitelj, bi raje poučeval predmet, ki se ukvarjajo z
a) dejstvi in situacijami iz resničnega življenja.
b) idejami in teorijami.

7. Nove podatke raje sprejemam s pomočjo
a) slik, diagramov, grafov ali zemljevidov.
b) napisanih ali besednih navodil.

8. Ko enkrat razumem
a) posamezne dele snovi, razumem tudi celoto.
b) celoto, razumem tudi povezavo med posameznimi deli snovi.

9. Kadar sem vključen v skupinsko delo na nekem zahtevnem problemu,
a) takoj sodelujem z raznimi idejami.
b) ostanem v ozadju in le poslušam.

10. Laže se naučim
a) dejstva.
b) teorije.

11. V knjigah kjer je poleg besedila veliko slik in tabel, se najprej osredotočim na
a) slike in tabele.
b) besedilo.

12. Kadar rešujem matematične probleme,
a) jih rešujem korak za korakom.
b) hitro vidim možno rešitev, a nato težko najdem prave korake, da pridem do nje.

13. V razredu ali na raznih tečajih
a) se spoznam z veliko učencev oz. udeležencev.
b) se redko spoznam s katerim od učencev oz. udeležencev.

14. Raje prebiram (znanstveno) literaturo,
a) preko katere se naučim novih dejstev ali novih postopkov.
b) ki mi da nove ideje za razmišljanje.

15. Rad imam učitelje,
a) ki pri podajanju snovi uporabljajo veliko diagramov in slik.
b) ki pri podajanju snovi veliko razlagajo.

16. Ko razčlenjujem zgodbo ali roman,
a) razmišljam o dogodkih in jih skušam povezati tako, da s pomočjo njih dojamem glavne teme.
b) takoj vem, kaj so glavne teme, nato pa se moram vrniti na začetek in najti dogodke, ki te glavne teme oblikujejo.

17. Ko rešujem kak problem, ki smo ga imeli za domačo nalogo,
a) se takoj lotim iskanja rešitve.
b) skušam najprej v celoti razumeti problem.

18. Bolj mi je všeč
a) konkretnost.
b) teorija.

19. Bolje si zapomnim,
a) kar vidim.
b) kar slišim.

20. Bolj mi je pomembno, da učitelj
a) snov razloži po delih, korak za korakom.
b) prikaže celotno sliko snovi in jo poveže z drugimi predmeti.

21. Raje se učim
a) v skupini.
b) sam.

22. Drugi me vidijo kot nekoga, ki
a) se pri svojem delu bolj osredotoča na podrobnosti samega dela.
b) je pri svojem delu bolj ustvarjalen.

23. Ko moram najti kak nov kraj,
a) si raje pomagam z zemljevidom.
b) imam raje pisna navodila.

24. Učim se
a) sproti z dokaj ustaljenim ritmom, saj se zavedam, da le, če se pridno in redno učim, snov lahko »dojamem«.
b) neredno – tu in tam. Zato sem sprva popolnoma zmeden, potem pa snov kar naenkrat »dojamem«.

25. Raje bi najprej
a) stvari preizkusil.
b) razmislil, kako bi jih naredil (izpeljal).

26. Ko berem za razvedrilo, imam rad pisatelje,
a) ki jasno izražajo svoje misli.
b) ki izražajo svoje misli na kreativen in zanimiv način.

27. Ko v šoli vidim skico ali diagram, si bolj zapomnim
a) sliko.
b) kaj je ob tem razložil učitelj.

28. Ko razmišljam o bistvu informacije,
a) se osredotočim na podrobnosti in pri tem ne razumem celotne slike.
b) skušam doumeti celotno sliko preden se lotim podrobnosti.

29. Lažje si zapomnim
a) nekaj, kar sem naredil.
b) nekaj, o čemer sem veliko razmišljal.

30. Ko moram izvesti neko nalogo,
a) mi je ljubše do popolnosti obvladati en način izpeljave te naloge.
b) si raje izmišljujem vedno nove načine reševanja.

31. Ko mi nekdo prikazuje določene podatke, imam raje
a) tabele in grafe.
b) pisni povzetek rezultatov.

32. Ko pišem neko nalogo (esej, spis…),
a) razmišljam in pišem po vrsti, od začetka proti koncu.
b) razmišljam in pišem o različnih delih teksta in jih potem zapišem po vrstnem redu.

33. Ko moram delati v skupini, želim
a) da najprej vsi povedo svoje misli, ideje (skupinski »brainstorming«).
b) da najprej vsak zase poišče ideje in jih nato med seboj primerjamo.

34. Zame je večji kompliment, če nekomu rečem, da
a) je pameten, moder.
b) ima bujno domišljijo.

35. Ko spoznam ljudi na kaki zabavi, si bolj zapomnim
a) njihov videz.
b) tisto kar so povedali o sebi.

36. Ko se učim neko novo snov,
a) se raje osredotočim nanjo in se naučim čim več o njej.
b) poskušam najti povezave z drugimi temami in sorodnimi predmeti.

37. Veljam za
a) odprtega človeka.
b) zadržanega človeka.

38. Raje imam predmete, pri katerih je poudarek na
a) konkretnem materialu (dejstva, podatki).
b) abstraktnem materialu (pojmi, teorije).

39. V prostem času raje
a) gledam televizijo.
b) berem knjigo.

40. Nekateri učitelji na začetku ure na kratko povedo, o čem bodo govorili. Taki povzetki
a) mi nekoliko pomagajo.
b) so mi v veliko pomoč.

41. Zamisel, da bi za skupinsko domačo nalogo dobili člani celotne skupine enako oceno,
a) mi je všeč.
b) mi ni všeč.

42. Ko rešujem daljše račune,
a) ponavljam vse korake in skrbno preverjam svoje delo.
b) me preverjanje utruja in se moram v to prisiliti.

43. Kraje, kjer sem bil,
a) opišem z lahkoto in dokaj natančno.
b) opišem s težavo in ne preveč podrobno.

44. Ko v skupini rešujem kak problem,
a) razmišljam o korakih, ki pripeljejo do rešitve.
b) razmišljam o tem, kakšne posledice bi imela rešitev in na katerih področjih bi jo še lahko uporabili.