



Analiza učbeniškega gradiva s pomočjo uporabe tehnologije očesnih sledilcev

Prvo poročilo

Pripravili:

Assist. Špela Hrast, Univerza v Ljubljani Pedagoška fakulteta

Žan Rode, študent, Univerza v Ljubljani Pedagoška fakulteta

Izr. prof. dr. Gregor Torkar, Univerza v Ljubljani Pedagoška fakulteta

Ljubljana, 2018.



OSEBNA IZKAZNICA PROJEKTA

Naziv operacije: Za kakovost slovenskih učbenikov (KaUč)

Termin izvajanja projekta: 1.2.2017-30.6.2022

Naziv in sedež posredniškega organa, ki dodeljuje sredstva: Republika Slovenija, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport

Prijavitelj (koordinator) v imenu konzorcija: Univerza v Ljubljani

Vodilni partner projekta: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Vodja projekta in koordinator konzorcija:izr. prof. dr. Gregor Torkar

Konzorcijski partnerji projekta:

1. Univerza v Ljubljani
 - Pedagoška fakulteta
 - Filozofska fakulteta
 - Fakulteta za računalništvo in informatiko
2. Univerza v Mariboru
 - Pedagoška fakulteta
3. Univerza na Primorskem Università del Litorale
 - Pedagoška fakulteta
4. Inštitut Jožef Stefan
5. Državni izpitni center (RIC)
6. Pedagoški inštitut
7. OŠ Metlika
8. OŠ Dušana Muniha Most na Soči
9. OŠ Podgorje pri Slovenj Gradcu
10. OŠ Šmartno pod Šmarno Goro
11. Gimnazija Ledina
12. OŠ Janka Padežnika Maribor
13. OŠ Vide Pregarc
14. OŠ Radlje ob Dravi
15. Srednja šola za gostinstvo in turizem Maribor
16. Gimnazija Ptuj

Naziv aktivnosti: Analiza stanja (A1), cilj 2

Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014-2020, prednostna os: »10. Znanje, spretnosti in vseživljenjsko učenje za boljšo zaposljivost«, prednostna naložba »10.1 Izboljšanje enakega dostopa do vseživljenjskega učenja za vse starostne skupine pri formalnih, neformalnih in priložnostnih oblikah učenja, posodobitev znanja, spretnosti in kompetenc delovne sile ter spodbujanje prožnih oblik učenja, tudi s poklicnim svetovanjem in potrjevanjem pridobljenih kompetenc«, specifični cilj »3. Spodbujanje prožnih oblik učenja ter podpora kakovostni karierni orientaciji za šolajočo se mladino na vseh ravneh izobraževalnega sistema.

1 Teoretična izhodišča

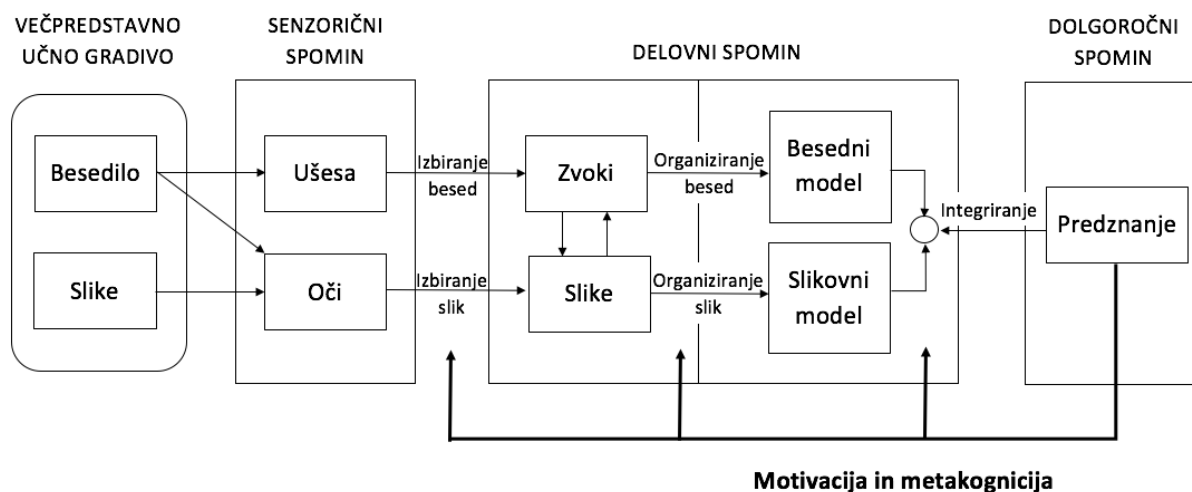
1.1 Učenje z uporabo večpredstavnosti

1.1.1 Opredelitev večpredstavnosti in kognitivna teorija učenja z uporabo večpredstavnosti

Raziskovalec Mayer (2009, 2014a) tako fizične učbenike kot učbenike v digitalni obliki uvršča med večpredstavna učna gradiva. Pri tem večpredstavnost opredeljuje kot predstavitev informacij s pomočjo *besed* in *slik*, kjer besede predstavljajo napisano in/ali govorno besedilo, slike pa statično (npr. fotografije, skice, grafi, zemljevidi ipd.) in/ali dinamično grafiko (npr. animacije, video posnetki ipd.). Učenje z uporabo večpredstavnosti tako predstavlja gradnjo mentalnih modelov vsebine predstavljene z *besedno* in *slikovno* predstavno obliko (Mayer, 2014a).

Slika 1 predstavlja shemo kognitivne teorije učenja z uporabo večpredstavnosti, ki temelji na treh predpostavkah izpeljanih iz raziskovanja učenja, in sicer:

- 1) hkratni uporabi dveh kanalov;
- 2) omejitvi kapacitete kognitivnega sistema in
- 3) nujnosti aktivnega procesiranja vhodnih informacij (Mayer, 2014b).



Slika 1: Shema kognitivne teorije učenja z uporabo večpredstavnosti (Mayer, 2014b)

Predpostavka *uporabe dveh kanalov* govori o tem, da imamo ljudje različne kanale, preko katerih procesiramo vhodne informacije. Pri tem lahko kanale opredelimo glede na različne predstavne oblike (besedne in slikovne oz. nebesedne, npr. Pavio, 1986, 2006) ali različno senzorično modalnost (vidna in slušna, npr. Baddeley 1992; Baddeley, Eysenck in Anderson, 2009).

Predpostavka *omejitve kapacitete kognitivnega sistema* opredeljuje, da so informacije, ki jih lahko človek procesira v posameznem kanalu ob določenem času, omejene. Koncept omejene kapacitete je zastopan npr. v Baddelyevem (1992, Baddeley, Eysenck in Anderson, 2014) modelu delovnega spomin in Swellerjevi (1999; Paas, F. in Sweller, 2014) teoriji kognitivne

obremenitve. Pri oblikovanju večpredstavnih učnih gradiv je pomembno vedenje, koliko informacij lahko učenci procesirajo v posameznem kanalu naenkrat (Mayer, 2009).

Tretja predpostavka, *nujnost aktivnega procesiranja vhodnih informacij*, izpostavlja pomembnost aktivnosti učenca pri kognitivnem procesiranju informacij večpredstavnega gradiva preko petih glavnih kognitivnih procesov, ki so na Sliki 1 predstavljeni s puščicami: 1) izbiranje relevantnih besed za nadaljnje procesiranje v delovnem spominu; 2) izbiranje relevantnih slik za nadaljnje procesiranje v delovnem spominu; 3) organiziranje izbranih besed v besedni model; 4) organiziranje izbranih slik v slikovni model in 5) integriranje novih besednih in slikovnih predstavitev ter njihovo integriranje z obstoječim znanjem aktiviranim iz dolgoročnega spomina. Opisani kognitivni procesi si lahko ne sledijo linearno po opisanem vrstnem redu, prav tako se lahko pri učenju iz večpredstavnega učnega gradiva večkrat pojavijo (Mayer, 2009, 2014b).

1.1.2 Opredelitev tipov kognitivnega procesiranja

Izziv oblikovanja večpredstavnih gradiv in poučevanja z uporabo večpredstavnosti je v primernem vodenju učenca pri kognitivnem procesiranju med učenjem, da ta ne presega kapacitete svojega delovnega spomina. Mayer (2014b) opredeljuje tri različne tipe zahtev, ki se za sistem obdelave informacij učenca pojavljajo med učenjem, in sicer:

- 1) *nepotrebno kognitivno procesiranje* (ang. extraneous cognitive processing), ki se nanaša na kognitivno procesiranje pri učenju, ki ni v skladu z učnimi cilji, in predstavlja rezultat neustreznega gradiva;
- 2) *bistveno kognitivno procesiranje* (ang. essential cognitive processing), ki omogoča predstavitev bistvenih elementov učnega gradiva v delovnem spominu in je odvisno od kompleksnosti učnega gradiva in
- 3) *generativno kognitivno procesiranje* (ang. generative cognitive processing), ki predstavlja kognitivno procesiranje z namenom globljega razumevanja oz. osmišljanja vsebine predstavljene preko učnega gradiva. Odvisno je od nivoja motivacije učenca in ustreza procesom, ki nakazujejo globlje procesiranje (organiziranje in integriranje) (Mayer, 2009).

Uporaba bistvenega in generativnega kognitivnega procesiranja med učenjem bolj verjetno vodi k smiselnemu učenju, ki se zrcali tako v dobrem pomnjenju kot dobrem razumevanju predstavljene vsebine (Mayer, 2014b).

1.1.3 Načela za razvoj učinkovitih večpredstavnih učnih gradiv

Različni tipi kognitivnega procesiranja zaradi omejitev kapacitete spomina vodijo do različnih premislekov za povečanje učinkovitosti učnih gradiv oz. poučevanja z uporabo večpredstavnosti.

Nepotrebno kognitivno obremenitev je potrebno *reducirati*, in se tako izogniti npr. problemom, kjer bi se učenec zaradi zmedene oblike fizične postavitve elementov v učnem gradivu posluževal zgolj nepotrebne kognitivnega procesiranja in tako zaradi omejitev kognitivnih kapacitet zmanjševal možnost uporabe bistvenega in generativnega kognitivnega procesiranja. Bistveno kognitivno obremenitev je potrebno z namenom izoginitve problemov,

kjer npr. zaradi prevelike inherentne kompleksnosti učnega gradiva bistveno kognitivno procesiranje prevzame večino kognitivne kapacitete in tako ni na voljo zadostne kapacitete za generativno procesiranje, *obvladovati*. Po drugi strani pa lahko tudi če je kognitivna kapaciteta na voljo za generativno procesiranje, pride do problema, če učenec ni dovolj motiviran, da bi kapaciteto uporabljal. Zato je pomembno tudi *spodbujanje* generativnega kognitivnega procesiranja. V Tabeli 1 so prikazana osnovna Mayerjeva načela za razvoj učinkovitih večpredstavnostnih učnih gradiv namenjena zgoraj opisanim učnim scenarijem – preveč nepotrebnega, preveč bistvenega ali premalo generativnega kognitivnega procesiranja. Načela niso osnovana na intuiciji, ampak se na empiričnih znanstvenih dokazih in kognitivni teoriji učenja z večpredstavnostjo nenehno nadgrajujejo z novimi empiričnimi dokazi in opredelitvami robnih pogojev delovanja (Mayer, 2014b).

Tabela 1: Osnovna Mayerjeva načela za razvoj učinkovitih večpredstavnih učnih gradiv (Mayer, 2014b)

Cilj	Načelo	Opis načela
Minimiziranje nebistvenega kognitivnega procesiranja	Načelo koherence (ang. coherence principle)	Odstranitev nepotrebnih elementov (slik, besedila, zvokov) gradiv
	Načelo poudarjanja (ang. signaling principle)	Poudarjanje ključnih delov gradiva
	Načelo redundance (ang. redundancy principle)	Napisanega besedila ne dodajamo govorjenemu besedilu
	Načelo prostorske povezanosti (ang. spatial contiguity principle)	Ustrezno sliko umestimo ob ustrezno besedilo
	Načelo časovne povezanosti (ang. temporal contiguity principle)	Besedilo in z njim povezane slike naj bodo predstavljene sočasno
Obvladovanje bistvenega kognitivnega procesiranja	Načelo segmentiranja (ang. segmenting principle)	Razdelitev gradiva na manjše enote
	Načelo predhodnega učenja (ang. pre-training principle)	Predhodna seznanitev z imeni in značilnostmi ključnih elementov
	Načelo modalnosti (ang. modality principle)	Uporaba govorjenega namesto napisanega besedila
Spodbujanje generativnega kognitivnega procesiranja	Načelo večpredstavnosti (ang. multimedia principle)	Uporaba besedila in slik, raje kot samo besedila
	Načelo personalizacije (ang. personalization principle)	Uporaba pogovornega stila
	Glasovno načelo (ang. voice principle)	Uporaba človeškega glasu za govorjeno besedilo
	Načelo utelešenja (ang. embodiment principle)	Dodajanje človeških lastnosti virtualnim likom
	Načelo vodenega odkritja (ang. guided discovery principle)	Zagotavljanje namigov in povratnih informacij, ko učenec reši problem
	Načelo samorazlage (ang. self-explanation principle)	Učenci sami sebi razložijo vsebino

	Načelo risanja (ang. drawing principle)	Učenci narišejo vsebino
--	--	-------------------------

1.2 Očesni sledilec

Na področju učenja z uporabo večpredstavnosti lahko očesni sledilec omogoča objektivnejšo podporo pri meritvah kognitivnih aktivnostih posameznika med učenjem z večpredstavnim učnim gradivom (Chuang in Liu, 2011). Premiki očesnega zrkla so večinoma sestavljeni iz niza fiksacij, ki predstavljajo relativno mirovanje očesnega zrkla, in sakad, ki predstavljajo hitro gibanje očesa med dvema zaporednima fiksacijama (Duchowski, 2007). Ti dve gibanji sta najpogostejše analizirani pri uporabi očesnega sledilca, pri tem pa lahko pridobljene meritve razdelimo v tri kategorije - v kategorijo štetja, prostorsko in časovno kategorijo (Lai idr., 2013). Pri časovni kategoriji se meritve osredotočajo na merjenje časovne dimenzije in v povezavi s kognitivnimi procesi odgovarjajo na vprašanja »kdaj« in »kako dolgo«. Sem spada povprečno trajanje fiksacij, vsota trajanja vseh fiksacij, čas do prve fiksacije na določeno mesto zanimanja ipd. Na vprašanja »kam« in »kako« v povezavi s kognitivnimi procesi odgovarjajo meritve iz prostorske kategorije, kot sta na primer pozicija fiksacije in zaporedje fiksacij (Liversedge in Findlay, 2000). Število fiksacij ali sakad na določeno področje zanimanja pa uvrščamo med meritve na osnovi štetja (Lai idr., 2013).

2 Namen analize gradiva

Namen analize gradiva je analizirati učenčevo delo z izbranim učbeniškim gradivom in prikazati raznolikost načinov procesiranja izbranega učbeniškega gradiva ter ugotovitve povezati z načeli za razvoj učinkovitih večpredstavnih gradiv. V ta name smo si zastavili naslednja raziskovana vprašanja:

...

3 Metode dela

Analiza temelji na kvantitativnem in kvalitativnem raziskovalnem pristopu z naslednjimi tehnikami zbiranja podatkov: zbiranje podatkov z očesnim sledilcem Tobii (model X2-30 with Tobii Studio Enterprise), preverjanje znanja in anketa.

3.1 Vzorec

Raziskava je bila izvedena s sedmošolci iz dveh osnovnih šol, kjer je sodelovalo 22 učencev (13 fantov in 9 deklet) 7. razreda iz OŠ iz severne Primorske in 27 učencev (17 fantov in 10 deklet) iz 7. razreda iz OŠ osrednje Slovenije. Zanje velja v povprečju 1,6 od 6 trditev (podrobnosti o instrumentu v podpoglavju 3.2.2.), ki opisujejo vsebino obravnavanega poglavja iz učbenika za Naravoslovje v 7. razredu osnovne šole z naslovom Rast in razvoj do smrti. Pri tem jih 81,8 % zna razložiti, kako poteka razvoj metulja iz jajčeca do odrasle živali.

3.2 Učno gradivo, inštrumenti in očesni sledilec

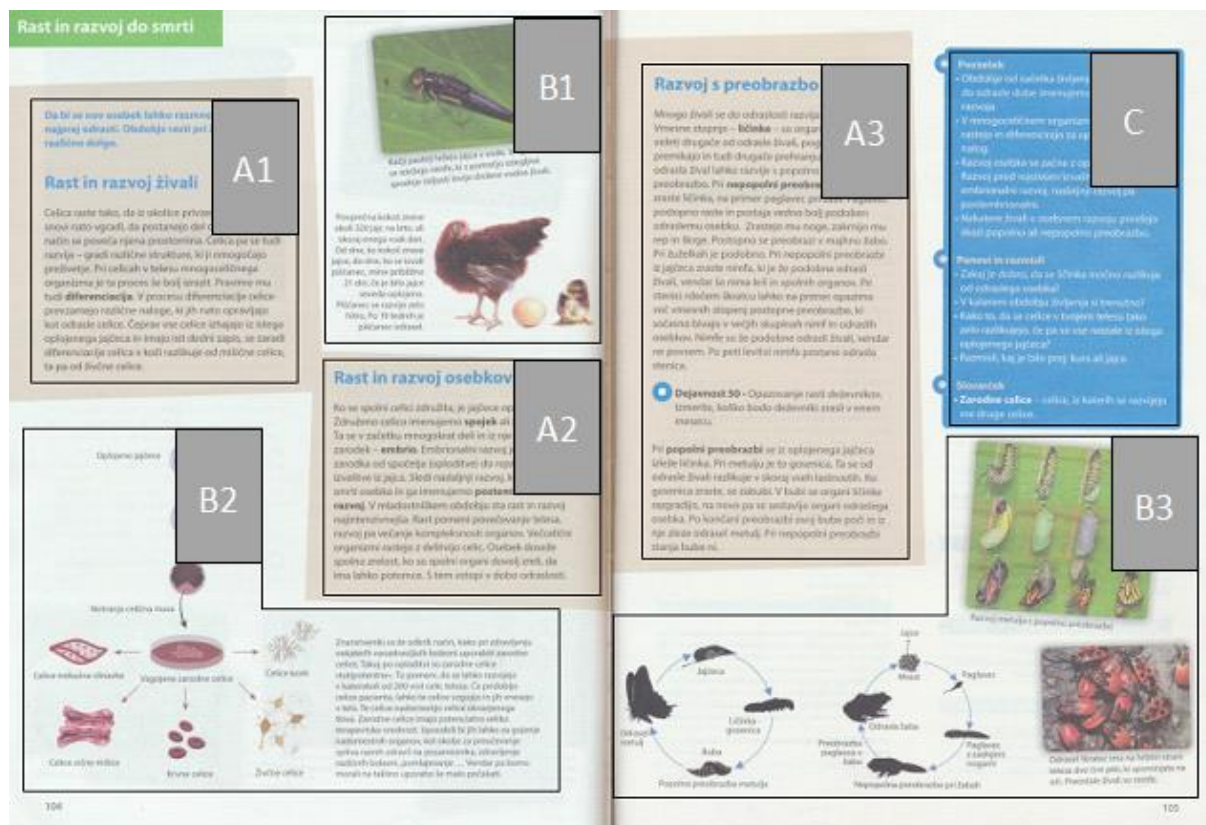
3.2.1 Učbeniško gradivo

Za analizo je bilo izbrano poglavje Rast in razvoj do smrti iz učbenika za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole Dotik narave (Devetak, Rozman, Sopotnik in Susman, 2013). Poglavje, ki

je predstavljeno na dveh straneh smo vsebinsko razdelili v sedem območij. Pri tem poglavje vsebuje tri območja glavnega besedila (A1, A2, A3), tri območja dopolnilnih elementov (B1, B2, B3) in sklop s povzetkom poglavja, ključnimi vprašanji ter slovarjem (C). Prvo območje glavnega besedila (A1) vsebuje uvod v poglavje in odstavek z naslovom Rast in razvoj živali, ki se osredotoča predvsem na proces diferenciacije celic. Drugo območje glavnega besedila (A2) z naslovom Rast in razvoj osebkov opisuje embrionalni in postembrionalni razvoj, zadnje območje (A3) pa razlaga proces popolne in nepopolne preobrazbe. Glavno besedilo spremljajo območja dopolnilnih elementov, ki vsebujejo slikovne elemente s spremnim besedilom in so podrobneje predstavljeni v Tabeli 2. Porazdelitev opisanih območij v izbranem poglavju je prikazana na Sliki 2.

Tabela 2: Opredelitev sklopov dopolnilnih elementov

Območje	Vrsta vizualizacijskih elementov	Funkcija vizualizacijskih elementov po Ainsworth (2008)	Obravnavana vsebina
B1	Fotografija	Dopolnjevalna funkcija z informacijami, ki jih ne moremo razbrati iz glavnega besedila	Nimfa kačjega pastirja in razvoj kokoši
B2	Diagram		Diferenciacija iz zarodnih celic v terapevtske namene
B3	Diagram in fotografija	Dopolnjevalna funkcija z informacijami, ki jih lahko razberemo iz glavnega besedila	Popolna preobrazba metulja in nepopolna preobrazba pri žabi in rdečem škratcu



Slika 2. Poglavlje v učbeniku, ki so ga obravnavali učenci v raziskavi, razdeljeno na območja.

3.2.2 Vprašalnik o oceni predznanja

Z namenom natančnejše opredelitve vzorca so sodelujoči učenci pred učenjem iz učnega gradiva rešili vprašalnik, v katerem so na petstopenjski ocenjevalni lestvici ocenili svoje predznanje o embrionalnem in postembrionalnem razvoju. Trditve so se nanašale na posamezna območja:

- trditev 1: Rast in razvoj živali (A1);
- trditev 2, 3 in 5 : Razvoj s preobrazbo (A3);
- trditev 4 in 6: Rast in razvoj osebkov (A2).

3.2.3 Vprašalnik in preizkus znanja o vsebini učnega gradiva

Preizkus znanja je vseboval 30 vprašanj tipa drži/ne drži, kjer je imel učenec tudi možnost izbire odgovora ne vem. Na vsako vsebino posameznega sklopa izbranega poglavja (A1-3, B1-3) se je nanašalo 5 vprašanj. Vprašalnik je vseboval vprašanja odprtega tipa glede opredelitve glavnih sporočil poglavja in uporabe ter razumevanja pomena prisotnosti področja C.

3.2.4 Očesni sledilec

Z namenom preučevanja, kako učeči berejo izbrano poglavje naravoslovnega učbenika, je bil uporabljen na zaslonu računalnika nameščen stacionarni očesni sledilec Tobii Pro X2-30. Podatki so bili zbrani s frekvenco 30 Hz in natančnostjo 0,4 stopinj vidnega kota pri oddaljenosti med 40 in 90 cm.

3.3 Postopek zbiranja in obdelave podatkov

Zbiranje podatkov je potekalo individualno. Pred začetkom zbiranja podatkov z očesnim sledilcem so učenci rešili vprašalnik o oceni predznanja. Nato je potekal proces kalibracije očesnega sledilca, po kateri so bila preiskovancu podana navodila: »Na računalniškem zaslonu bo prikazano poglavje iz učbenika za naravoslovje. Tvoja naloga je, da s pomočjo prikazanega poglavja poskušaš usvojiti obravnavano vsebino. Pri tem nisi časovno omejen. Ko boš končal, pritisni tipko za presledek. Nato boš rešil nekaj nalog, ki se bodo navezovala na vsebino poglavja.« Na zaslonu računalnika se je prikazalo izbrano poglavje. Po končanem učenju s pomočjo učbeniškega poglavja, je preiskovanec pisno rešil preizkus znanja in vprašalnik. Pridobljeni podatki z očesnim sledilcem so bili v nadaljevanju obdelani s programom Tobii Studio Enterprise in Microsoft Excel. Pri tem smo se z namenom določitve učenčeve pozornosti na posamezna območja poglavja osredotočili na relativni čas vseh fiksacij (angl. total fixation duration, TFD) fiksiranih na posameznem območju poglavja. Fiksacija je bila opredeljena z minimalno dolžino 60 ms.

4 Rezultati

4.1 Glavna sporočila poglavja, ki jih učenci prepoznajo oz. navedejo

V Tabeli 3 so predstavljene frekvence trditev, ki so bile kategorizirane glede na vsebino posameznih območij. Pri tem sta bili območji A3 in B3 združeni v isto vsebinsko območje, saj B3 slikovno dopolnjuje oz. predstavlja informacije, ki jih lahko razberemo iz besedila v območju A3.

8

Tabela 3: Frekvence trditev, ki se nanašajo na posamezno območje

	A1	A2	A3+B3	B1	B2
f	13	13	92	20	4
f(%)	8,9	8,9	63,0	13,7	2,7

Učenci pri opisovanju glavnih sporočil poglavja najbolj izpostavljajo vsebino iz področja A3+B3, ki razlaga proces popolne in nepopolne preobrazbe živali ($f_{\%}=63,0\%$). Glavno sporočilo učenci predstavljajo predvsem na konkretnem nivoju s primerom metulja ali žabe ($f_{\%}$ podanih sporočil, ki se nanašajo na vsebino iz področja A3+B3= $67,4\%$).

Pri tem so bile tipične trditve, ki so se nanašale na vsebino območja C3+C6, naslednje:

»Metulj se razvije iz jajčeca, prej je bil gosenica.«

»Žabe nimajo popolne preobrazbe.«

Ostali področji glavnega besedila sta manj zastopani v njihovih odgovorih ($f_{\%}=8,9\%$).

13,7 % vseh zapisanih trditev učencev se je navezovalo na zanimivosti opisane ob fotografiji kokoši in ličinke kačjega pastirja (B1), pri čemer je več kot tretjina učencev ($f_{\%}=40,81\%$) dejstva

o kokoši in kačjih pastirjih iz dopolnilnih elementov navedla vsaj kot eno izmed treh glavnih sporočil.

Pri tem so bile tipične trditve, ki so se nanašale na vsebino območja C4, naslednje:

»Kokoš na leto znese okoli 320 jajc.«

»Piščanec je odrasel po 19 tednih.«

4.2 Rezultati preizkusa znanja učencev glede na vsebino posameznih področij

V Tabeli 4 so predstavljene povprečne vrednosti rezultatov preizkusa znanja, ki je preverjal znanje učencev vsebin predstavljenih v šestih območjih poglavja.

Tabela 4: Znanje učencev po posameznih vsebinskih področjih

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Skupaj
M (%)	51,2	42,4	50,0	36,0	28,0	54,0	43,7

Učenci so v povprečju na preizkusu znanja sestavljenem iz dvajset trditev dosegli manj kot polovico točk (M=43,7 %). Učenci so najbolje so reševali vprašanja vezana na popolno in nepopolno preobrazbo (vsebine iz območij A3, M=50,0 % in B3, M=54,0 %) in diferenciacijo iz območja A1 (M=51,2 %), najslabše pa na vsebino diferenciacij zarodnih celic in njihove terapevtske vrednosti iz območja B2 (M=28,0 %).

9

4.3 Pozornost učencev na posameznih področjih

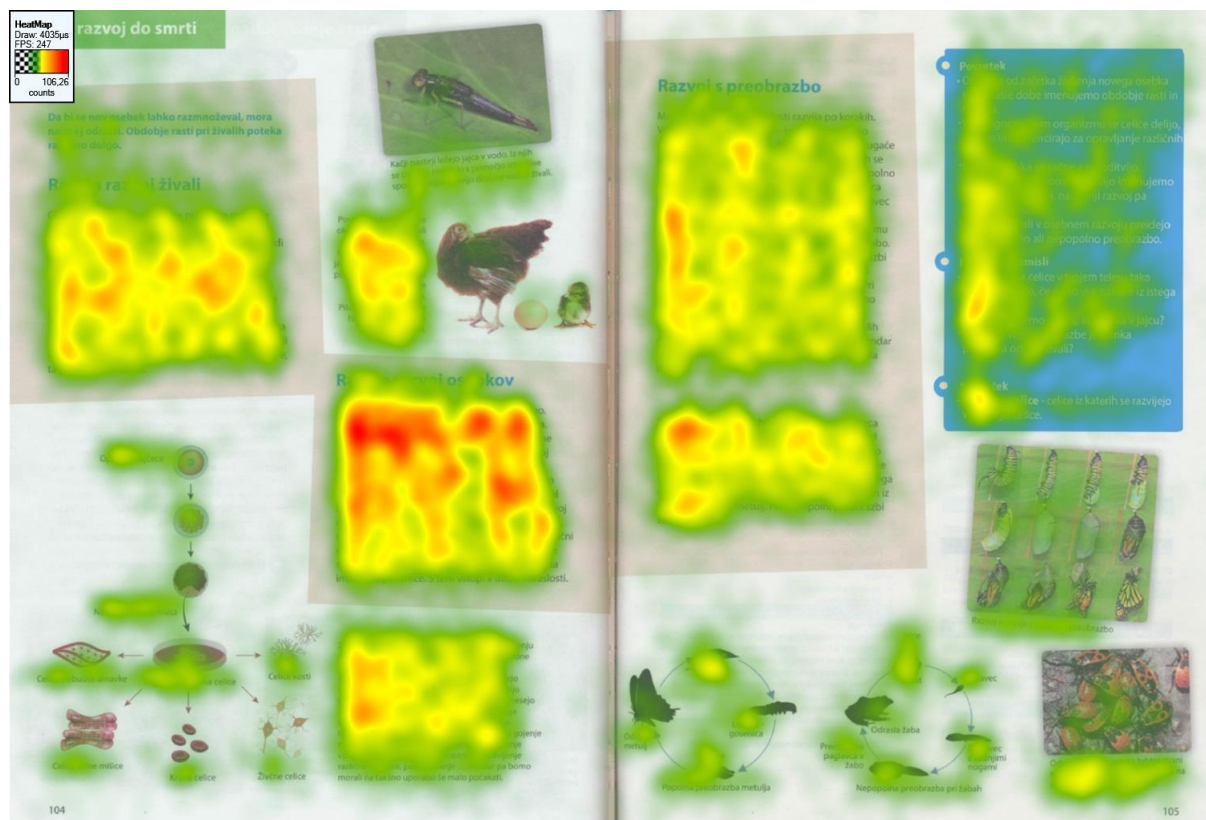
Z namenom določitve pozornosti učencev na posamezna področja učnega gradiva med učenjem smo se osredotočili na čas vseh fiksacij (angl. total fixation duration, TFD) fiksiranih na posameznem območju zanimanja, tj. posameznem območju od A1 do B3. V Tabeli 5 so predstavljene povprečne vrednosti relativnih in absolutnih TFD-jev na posameznih področjih. Za področja, ki vsebujejo samo besedilo je izračuna tudi povprečna vrednost relativnih TFD-jev na posamezen znak v specifičnem področju.

Tabela 5: Povprečne vrednosti relativnih in absolutnih TFD-jev na posameznih področjih

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C
TFD (s)	45,3	46,6	78,1	22,8	30,6	21,1	34,9
TFD (%)	16,1	16,8	28,7	8,2	10,8	8,1	11,3
% TFD/ znak	$32,4 \cdot 10^{-3}$	$31,7 \cdot 10^{-3}$	$25,9 \cdot 10^{-3}$				$18,8 \cdot 10^{-3}$

Največ časa (TFD=28,7 %) so učenci med učenjem s pomočjo učnega gradiva posvetili področju A3, temu sledita s območji A1 (TFD=16,1 %) in A2 (TFD=16,8 %). Dopolnilnim elementom so učenci skupaj namenili četrtno svojega časa. Če primerjamo, koliko časa so učenci namenili posameznemu znaku v območjih A1, A2, A3 in C lahko ugotovimo, da se le-ta zmanjšuje.

Katerim območjem poglavja so učenci namenili največ pozornosti, je mogoče razbrati tudi iz »heat map-a«, kjer barvni gradient nakazuje gostoto fiksacij, in sicer rdeča barva predstavlja največjo in zelena najmanjšo gostoto (Slika 3).

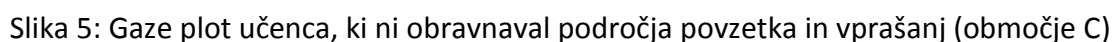


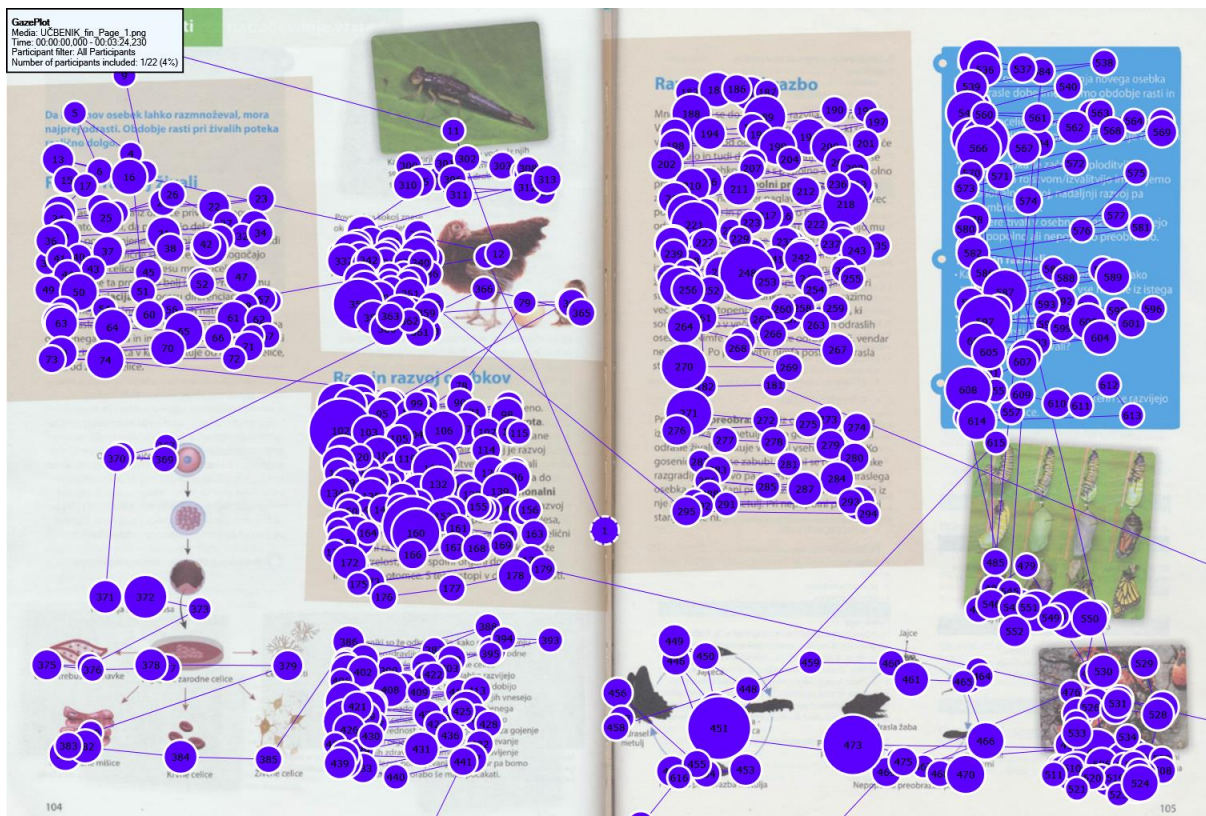
10

Slika 3: Heat map vseh sodelujočih učencev

4.4 Zaporedje obravnave posameznih področij gradiva in sposobnost integracije slikovnih in besedilnih elementov učencev

V raziskavi smo se osredotočili tudi na zaporedje obravnave posameznih področij gradiva in učenčev sposobnost integracije slikovnih in besedilnih elementov. Za analizo smo uporabili »gaze plot-e« učencev, ki prikazujejo zaporedje in trajanje fiksacij na izbranem območju. Načini obravnave izbranega učnega gradiva so zelo raznoliki, npr. nekateri učenci pri učenju niso obravnavali tako dopolnilnih elementov in kot povzetka z vprašanji (Slika 4), nekateri niso obravnavali povzetka in vprašanj (Slika 5), nekateri so obravnavali vsa področja, vendar so najprej obravnavali glavno besedilo in nato dopolnilne elemente (Slika 6), nekateri so obravnavali slikovno gradivo in njegovo spremno besedilo ločeno (Slika 7) ipd.





Slika 6: Gaze plot učenca, ki je najprej obravnaval glavno besedilo in nato dopolnilne elemente



Slika 7: Gaze plot učenca, ki je obravnaval diagram in spremno besedilo ločeno (območje B2)

Podrobneje je bilo analizirano območje B2, ki vsebuje diagram diferenciacije zarodnih celic s spremnim besedilom, ki opisuje njihove terapevtske potenciale. V Tabeli 6 so prikazani načini povezovanja diagrama in spremnega besedila kategorizirani iz »gaze-plot-ov« učencev. Zaradi neustrezne kalibracije je bilo 5 učencev (10,0 %) iz analize izločenih.

Tabela 6: Načini povezovanja diagrama in spremnega besedila na področju B2

Povezovanje diagrama in spremnega besedila							
Ne				Da			
Ni pogleda na			Nepovezana obravnavava diagrama in sprem. besedila	Zaporedna obravnava		integriranje sprem. besedila in diagrama	
diagram in sprem. besedilo	diagram	sprem. besedilo		diagram → sprem. besedilo	sprem. besedilo → diagram		
f	2	1	9	20	8	3	1
f(%)	4,6	2,3	20,5	45,5	17,9	6,9	2,3

Iz Tabele 6 je razvidno, da več kot četrtnina učencev ($f=27,4$ %) diagrama s spremnim besedilom ni obravnavala ali je obravnavala samo diagram ali samo spremno besedilo. Skoraj polovica učencev ($f=45,5$ %) je obravnavala diagram in spremno besedilo nepovezano, kar nakazuje na branje v stolpcih ([povezava do posnetka](#)) oz. da diagrama in spremnega besedila učenci niso dojemali kot vsebinsko povezano celoto, vendar so med branjem diagrama in spremnega besedila brali druge dele gradiva. Samo en učenec ($f=2,3$ %) je spremno besedilo in diagram integral, kar pomeni, da je med branjem besedila svoj pogled fiksiral na ustrezne dele diagrama.

13

4.5 Prepoznavanje pomena in uporaba besedila na modrem območju – območja s povzetkom, vprašanji za ponavljanje in slovarčkom (C)

Tabela 7 prikazuje zaznane kategorije prepoznavanja namena modrega okvirčka z besedilom, ki se v učnem gradivu nahaja desno zgoraj in vsebuje povzetek, vprašanja za ponavljanje in slovarček.

Tabela 7: Prepoznavanje pomena modrega okvirčka z besedilom

Kategorija				
	Povzetek	Povzetek in vprašanja	Vprašanja	Nerazumevanje pomena
f	30	14	2	3
f(%)	61,2	28,6	4,1	6,1

Večina učencev ($f=61,2\%$) je opredelila področje kot povzetek oz. obnovo, več kot četrtna učencev ($f=28,6\%$) je poleg obnove izpostavila pomen vprašanj. V $6,1\%$ odgovorov učencev ne razume pomena modro obarvanega območja.

Pri tem so bili tipični zapisi učencev na vprašanje, zakaj menijo, da je besedilo na modri podlagi obarvano z drugo barvo, naslednji:

Kategorija *Povzetek*: »Ker je povzetek in ti še enkrat na kratko opiše celotno poglavje.«

Kategorija *Povzetek in vprašanja*: »Zato ker je tam povzetek vsega kar piše in vprašanja za ponovitev.«

Kategorija *Nerazumevanje pomena*: »Zato da malo izstopa, ne vem.«

Analiza z očesnim sledilcem je pokazala, da kljub prepoznavanju pomena modrega okvirčka z besedilom, četrtna učencev ($f=25,0\%$) ni prebrala omenjenega besedila. Pri tem je večina učencev ($f=73,3\%$) prebrala vse njegove dele (povzetek, vprašanja, slovarček), samo en učenec pa je besedilo uporabil tako, da je sproti iskal odgovore oz. pojasnila.

5 Zaključki

Učbeniki vsebujejo informacije v slikovni in besedni predstavnosti obliki, kar jih uvršča med večpredstavna učna gradiva.

Za analizo uspešnosti učenja iz izbranega učnega gradiva je bilo izbrano poglavje Rast in razvoj do smrti iz učbenika za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole Dotik narave (Devetak idr., 2013). Poglavje, ki je predstavljeno na dveh straneh, vsebuje tri območja glavnega besedila, tri območja dopolnilnih elementov, ki vsebujejo slike s spremnim besedilom, in sklop s povzetkom poglavja, ključnimi vprašanji ter slovarjem.

Ker izbrano gradivo vsebuje veliko različnih elementov, lahko v povezavi z načeli za razvoj učinkovitih večpredstavnih gradiv izpostavimo zgolj splošne ugotovitve oz. možnosti za nadgradnjo.

Analiza vprašalnika o vsebini učnega gradiva je pokazala, da več kot tretjina učencev kot eno izmed glavnih sporočil poglavja navaja zanimivosti oz. dejstva o kokoši in kačjih pastirjih, ki z učnimi cilji poglavja niso v povezavi. Zato je potrebno razmisliti, kako upoštevati načelo koherence, načelo za razvoj učinkovitih večpredstavnih učnih gradiv, ki govori o tem, da je iz učnega gradiva potrebno odstraniti nepotrebne elemente in tako minimizirati nebistveno kognitivno procesiranje. Ob odločitvi za vključitev zanimivosti v učno gradivo je pomembna vključitev zanimivosti, ki so v jasni povezavi z vsebino učnih ciljev, kar bi se v omenjenem primeru lahko v bodoče nadgradilo.

Analiza »gaze plot-ov« učencev med učenjem z učnim gradivom je pokazala veliko raznolikost načinov obravnave izbranega učnega gradiva, pri čemer npr. nekateri učenci niso obravnavali dopolnilnih elementov in območja s povzetkom, nekateri so najprej obravnavali glavno besedilo in nato dopolnilne elemente, nekateri so obravnavali slikovno gradivo in njegovo



spremno besedilo ločeno oz. celotno gradivo brali v stolpcih ipd. Predvsem slednje, in sicer da je skoraj polovica učencev obravnavala diagram in spremno besedilo nepovezano, kar nakazuje na branje v stolpcih, opozarja na nujnost učenja učenja učencev v povezavi z učnimi gradivi na eni strani in razmislek o oblikovnem vidiku gradiva na drugi strani. Na konkretnem primeru diagrama in spremnega besedila bi lahko gradivo preoblikovali z upoštevanjem načela segmentiranosti in načela prostorske povezanosti, in sicer tako, da bi razdelili spremno besedilo na manjše enote in jih zapisali tik ob ustreznem delu diagrama. Prav tako bi bilo smiselno razmisliti o načelu poudarjanja na način, da bi v besedilu konkretno navezovali na povezave s slikovnimi elementi gradiva in tako povečali možnost integracije besedila s slikovnimi elementi.

Prikazana raznolikost načinov procesiranja izbranega učbeniškega gradiva nakazuje na raznolikost učencev, vendar nekateri načini, kot so branje v stolpcih, opozarjajo predvsem na potrebnost predstavitve zgradbe učbenika učencem ter učenja učenja v povezavi z učbeniki.

6 Viri

- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556–559.
- Baddeley, A. D., Eysenck, M. W. in Anderson, A. (2014). *Memory* (2nd edn). Hove: Psychology Press.
- Chuang, H. H. in Liu, H. C. (2012). Effects of Different Multimedia Presentations on Viewers' Information-Processing Activities Measured by Eye-Tracking Technology. *Journal of Science Education and Technology*, 21(2), 276–286.
- Devetak, I., Rozman, L., Sopotnik, M. in Susman, K. (2013). *Dotik narave 7: Učbenik za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole*. Ljubljana: Rokus Klett.
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye tracking methodology. Theory and practice* (2nd ed.). London: Springer-Verlag.
- Lai, M. L., Tsai, M. J., Yang, F. Y., Hsu, C. Y., Liu, T. C., Lee, S. W. Y., ... Tsai, C. C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 10, 90–115.
- Liversedge, S. P. in Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(1), 6–14.
- Mayer, R.E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R.E. (2014a). *Introduction to Multimedia Learning*. V R. E. Mayer (ur.). The Cambridge handbook of multimedia learning 2nd ed. (str. 1–24.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R.E. (2014b). *Cognitive Theory of Multimedia Learning*. V R. E. Mayer (ur.). The Cambridge handbook of multimedia learning 2nd ed. (str. 43–71.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Paivio, A. (2006). *Mind and its evolution: A dual coding theoretical approach*. Mahwah, NY: Erlbaum.
- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Camberwell, Australia: ACER Press.
- Paas, F. in Sweller, J. (2014). *Implications of cognitive load theory for multimedia learning*. V R. E. Mayer (ur.). The Cambridge handbook of multimedia learning 2nd ed. (str. 27–42.). Cambridge: Cambridge University Press.