

ANALIZA UČENČEVEGA DELA Z NARAVOSLOVNIM UČBENIŠKIM GRADIVOM

Analysis of A Pupil's Work with Science Textbook Material

UVOD

Učbenik je posebna zvrst strokovne literature. Pravilnik o potrjevanju učbenikov (2015) v svojem 2. členu opredeljuje učbenike kot osnovno učno gradivo za doseganje vzgojno-izobraževalnih ciljev in standardov znanja, opredeljenih v učnem načrtu oziroma katalogu znanja. Z didaktično-metodično organizacijo vsebin in prirejeno likovno ter grafično opremo podpira poučevanje in učenje. Vsebina in struktura učbenika omogočata samostojno učenje udeležencev izobraževanja in pridobivanje različnih ravni ter vrst znanja. Učbenik je vezan na šolski predmet oziroma modul in določeno stopnjo izobraževanja. Učbenik je tudi berilo kot zbirka besedil, izbranih skladno s cilji učnega načrta. Učbenik je lahko v tiskani, elektronski ali v tiskani in elektronski obliki (Pravilnik o potrjevanju učbenikov, 2015). Učbenik je učilo, namenjeno predvsem učencu, da mu pomaga dosegati učne cilje, zapisane v učnem načrtu. V učbeniku so znanstvene vsebine strukturirane, predelane in poenostavljene tako, da so primerne za učence oziroma uporabnike učbenika, ki imajo premalo predznanja, da bi jih lahko usvojili v nepredelani obliki (Kovač idr., 2005). V učbenikih je znanstvena vsebina ustrezno didaktično transformirana na ravni ciljev, na ravni znanstvenega sistema in na ravni učne vsebine (Strmčnik, 2001). Poleg klasičnih tiskanih učbenikov med učna gradiva uvrščamo tudi berila, atlase, zemljevide, periodni sistem, delovne zvezke, zbirke nalog in podobno gradivo.

V prispevku posvečamo pozornost naravoslovnim učbenikom. Ti zahtevajo, da učenec sočasno obvlada zapletene naravoslovne pojme znotraj svojih jezikovnih zmožnosti (znanstveno besedišče in sintakso ter sposobnost branja, pisanja in ustnega komuniciranja), vizualizacije (različne slike, simbole, slog stripov itd.) in format znanstvenega besedila (Devetak in Vogrinc, 2013), zato je smiselno učbenike obravnavati kot večpredstavno učno gradivo.

UČBENIKI KOT VEČPREDSTAVNO UČNO GRADIVO

Učbenike (tako v fizični kot digitalni obliki) lahko uvrščamo med večpredstavna učna gradiva, pri čemer je večpredstavnost opredeljena kot predstavitev informacij s

pomočjo napisanih ali govorjenih besed in statičnih (npr. fotografije, grafi) in/ali dinamičnih slik (npr. animacije, videoposnetki) (Mayer, 2009; 2014a). Učenje z učbeniškim gradivom tako predstavlja gradnjo mentalnih modelov vsebine, predstavljene z besedno in slikovno predstavno obliko (Mayer, 2014a). Izziv oblikovanja večpredstavnih gradiv in poučevanja z njimi je v primernem vodenju učenca 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* (angl. *extraneous cognitive processing*), ki se nanaša na kognitivno procesiranje pri učenju, ki ni v skladu z učnimi cilji in predstavlja rezultat neustreznega gradiva;
2. *osnovno kognitivno procesiranje* (angl. *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* (angl. *generative cognitive processing*), ki predstavlja kognitivno procesiranje z namenom globljega razumevanja oz. osmišljenja vsebine, predstavljene prek učnega gradiva. Odvisno je od ravni motivacije učenca in ustreza procesom, ki nakazujejo globlje procesiranje (procesom organiziranja in integriranja) (Mayer, 2009).

Uporaba osnovnega in generativnega kognitivnega procesiranja med učenjem bolj verjetno vodi k učenju, ki se zrcali v dobrem pomnjenju in razumevanju predstavljene vsebine (Mayer, 2014b). Nepotrebno kognitivno obremenitev je treba *reducirati* in se tako izogniti, da bi učenec zaradi zmedene oblike postavitve elementov v učnem gradivu uporabljal samo nepotrebno kognitivno procesiranje in tako zaradi omejitev kognitivnih kapacitet zmanjševal možnost uporabe osnovnega in generativnega kognitivnega procesiranja. Osnovno kognitivno obremenitev je treba *obvladovati*, da npr. zaradi prevelike inherentne kompleksnosti učnega gradiva, to kognitivno procesiranje ne »porabi« večino kognitivne kapacitete in posledično zato učenec nima zadostne kapacitete za generativno procesiranje. Po drugi strani pa je lahko tudi problem, če učenec ni dovolj motiviran, da bi uporabil celotno kapaciteto

delovnega spomina. Zato je pomembno tudi *spodbujanje* generativnega kognitivnega procesiranja. V Preglednici 1 so prikazana temeljna Mayerjeva načela za razvoj učinkovitih večpredstavnostnih učnih gradiv. Načela so osnovana na empiričnih znanstvenih dokazih in kognitivni teoriji učenja z večpredstavnostjo ter se nenehno nadgrajujejo z novimi empiričnimi dokazi in usmeritvami, kdaj posamezno načelo uspešno uporabljati in kako (Mayer, 2014b).

Očesni sledilec

Na področju učenja z uporabo večpredstavnosti lahko očesni sledilec omogoča objektivnejšo podporo pri meritvah kognitivnih aktivnosti posameznika med učenjem z večpredstavnim učnim gradivom (Chuang in Liu, 2011; Scheiter in Eitel, 2017). Omogoča vpogled v razporeditev vizualne pozornosti, pri čemer lahko npr. prek analize pridobljenih podatkov pridobimo bolj podroben vpogled, kako že znana načela za razvoj učinkovitih večpredstavnih učnih gradiv delujejo, kar omogoča nadgradnjo in potrditev razlag njihovega delovanja, ali na podlagi pridobljenih podatkov procesiranja večpredstavnostnih učnih gradiv spremenimo njihovo oblikovanje in jih tako izboljšamo (Desjarlais, 2017; Mayer, 2010; Van Gog in Scheiter, 2010). 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 pri uporabi očesnega sledilca najpogosteje analizirani, pri čemer lahko pridobimo meritve, uvrščene v kategorijo štetja, prostorsko kategorijo ali časovno kategorijo (Lai idr., 2013).

NAMEN IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

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

- RV1: Katera sporočila izbranega učbeniškega gradiva učenci prepoznajo?
- RV2: Kakšna je porazdelitev pozornosti učencev po posameznih področjih izbranega učbeniškega gradiva?
- RV3: Kakšna sta zaporedje obravnave posameznih področij izbranega učbeniškega gradiva in sposobnost integracije slikovnih in besedilnih elementov s strani učencev?
- RV4: Kakšna sta prepoznavanje pomena in uporaba besedila na območju izbranega učnega gradiva, ki vsebuje povzetek, vprašanja za ponavljanje in slovarček?

METODA

Analiza temelji na kvantitativnem in kvalitativnem raziskovalnem pristopu z naslednjima tehnikama zbiranja po-

► PREGLEDNICA 1. Temeljna Mayerjeva načela za razvoj učinkovitih večpredstavnih učnih gradiv (Mayer, 2014b)

Cilj	Načelo	Opis načela
Minimiziranje nepotrebne kognitivnega procesiranja	Koherenca	Odstranitev nepotrebnih elementov (slik, besedila, zvokov) gradiv.
	Poudarjanje	Poudarjanje ključnih delov gradiva.
	Redundanca	Napisanega besedila ne dodajamo govornemu besedilu.
	Prostorska povezanost	Ustrezno sliko umestimo ob ustrezno besedilo.
	Časovna povezanost	Besedilo in z njim povezane slike naj bodo predstavljene sočasno.
Obvladovanje osnovnega kognitivnega procesiranja	Segmentiranje	Razdelitev gradiva na manjše enote.
	Predhodno učenje	Predhodna seznanitev z imeni in značilnostmi ključnih elementov.
	Modalnost	Uporaba govornega namesto napisanega besedila.
Spodbujanje generativnega kognitivnega procesiranja	Večpredstavnost	Uporaba besedila in slik, raje kot samo besedila.
	Personalizacija	Uporaba pogovornega stila.
	Glasovno načelo	Uporaba človeškega glasu za govorno besedilo.
	Utelešenje	Dodajanje človeških lastnosti virtualnim likom.
	Vodeno odkritje	Zagotavljanje namigov in povratnih informacij, ko učenec reši problem.
	Samorazlaga	Učenci sami sebi razložijo vsebino.
	Risanje	Učenci narišejo vsebino.

datkov: zbiranje podatkov z očesnim sledilcem in anketa. Podatki so bili zbrani tudi s preverjanjem znanja, vendar v tem prispevku niso podrobneje predstavljeni.

Udeleženci

Raziskavo smo izvedli s sedmošolci iz dveh osnovnih šol; sodelovalo je 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 v osrednji Sloveniji.

Učbeniško gradivo, instrumenti in očesni sledilec

Učbeniško gradivo

Za analizo smo izbrali 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 (C1–C7). Pri tem poglavje vsebuje tri območja glavnega besedila (C1, C2, C3), tri območja dopolnilnih elementov (C4, C5, C6) in območje s povzetkom poglavja, ključnimi vprašanji ter slovarjem (C7). Prvo območje glavnega besedila (C1) vsebuje uvod v poglavje in odstavek z naslovom »Rast in razvoj živali«, ki se osredotoča predvsem na proces diferenciacije celic. Drugo območje glavnega besedila (C2) z naslovom »Rast in razvoj osebkov« opisuje embrionalni in postembrionalni razvoj, zadnje območje (C3) 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 Preglednici 2. Porazdelitev opisanih območij v izbranem poglavju je prikazana na Sliki 1.

Vprašalnik o oceni predznanja

Z namenom ugotoviti, kako sodelujoči učenci ocenjujejo svoje znanje v povezavi z vsebinami analiziranega učbeniškega gradiva, so učenci pred učenjem iz učnega gradiva na petstopenjski ocenjevalni lestvici ocenili svoje predznanje o embrionalnem in postembrionalnem razvoju. Šest trditev se je nanašalo na posamezna območja učbeniškega gradiva: (1) trditev 1 – Rast in razvoj živali (C1); (2) trditev 4 in 6: Rast in razvoj osebkov (C2); (3) trditev 2, 3 in 5 – Razvoj s preobrazbo (C3).

Vprašalnik o vsebini učbeniškega gradiva

Vprašalnik je vseboval vprašanje odprtega tipa glede opredelitve glavnih sporočil poglavja in vprašanje odprtega tipa v povezavi uporabo ter razumevanja pomena prisotnosti področja C7.

Očesni sledilec

Z namenom preučevanja, kako učeči berejo izbrano poglavje naravoslovnega učbenika, smo uporabili 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.

Postopek zbiranja podatkov

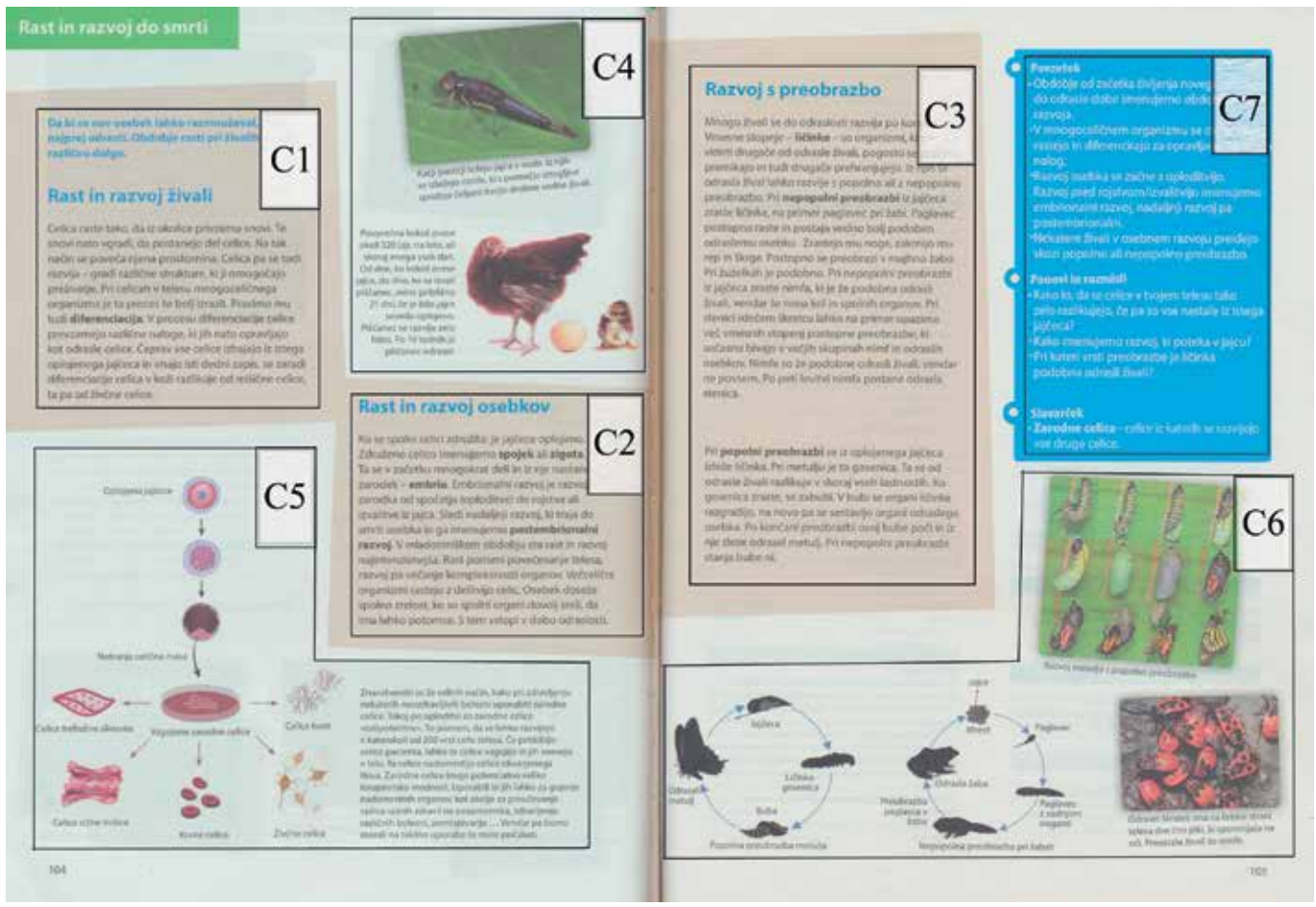
Zbiranje podatkov je potekalo individualno. Pred začetkom zbiranja podatkov z očesnim sledilcem so učenci odgovorili na vprašalnik o oceni predznanja. Nato je potekal proces umerjanja očesnega sledilca, po katerem so bila preiskovancu podana navodila: »Na računalniškem zaslonu bo prikazano poglavje iz 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 gradiva, je preiskovanec pisno rešil preizkus znanja in vprašalnik o vsebini učbeniškega gradiva.

Postopek obdelave podatkov

Zbrane podatke v okviru vprašalnika o vsebini učbeniškega gradiva smo kvalitativno analizirali. Pri tem smo odgovore na vprašanje odprtega tipa v povezavi z opredelitvijo glavnih sporočil poglavja (RV1) kategorizirali v vnaprej določene kategorije, ki so predstavljale vsebino posameznih območij (C1–C6). Območji C3 in C6 smo združili v isto kategorijo, saj C6 slikovno dopolnjuje oz. predstavlja informacije, ki jih lahko razberemo iz besedila v območju C3. Za analizo vprašanja v povezavi z razumevanjem pomena prisotnosti področja C7 (RV4) smo na osnovi analize 30 % vprašalnikov (n = 15) oblikovali kodirno shema s kategorijami, ki predstavljajo prepoznane tematske enote. Zanesljivost kodiranja je bila 99 % in smo jo dosegli z usklajevanjem neodvisnega kodiranja dveh raziskovalcev, avtorjev prispevka.

► PREGLEDNICA 2. Opredelitev sklopov dopolnilnih elementov

Območje	Vrsta vizualizacijskih elementov	Funkcija vizualizacijskih elementov po Ainsworth (2008)	Obravnavana vsebina
C4	Fotografija	Dopolnjevalna funkcija z informacijami, ki jih ne moremo razbrati iz glavnega besedila	Nimfa kačjega pastirja in razvoj kokoši
C5	Diagram		Diferenciacija iz zarodnih celic v terapevtske namene
C6	Diagram in fotografija	Dopolnjevalna funkcija z informacijami, ki jih lahko razberemo iz glavnega besedila	Popolna preobrazba metulja in nepopolna preobrazba pri žabi in rdečem škrtcu



► SLIKA 1. Območja analiziranega učbeniškega gradiva

Kodirna shema za razumevanje pomena prisotnosti področja C7 je v končni obliki zajemala 4 kategorij, in sicer:

- 1) Povzetek;
- 2) Povzetek in vprašanja;
- 3) Vprašanja in
- 4) Nerazumevanje pomena.

Z uporabo opisane končne verzije kodirne sheme smo analizirali celoten nabor zbranih vprašalnikov.

Pridobljene podatke z očesnim sledilcem smo obdelali s programom Tobii Studio Enterprise in Microsoft Excel. Pri tem smo se z namenom določitve učenceve pozornosti na posamezna območja poglavja (RV2) osredotočili na skupen čas trajanja vseh fiksacij (angl. total fixation duration, TFD) fiksiranih na posameznem območju poglavja (C1–C7). Fiksacijo smo opredelili z minimalno dolžino 60 ms. Za ugotavljanje zaporedja obravnave posameznih področij izbranega učbeniškega gradiva oz. sposobnosti integracije slikovnih in besedilnih elementov s strani učencev (RV3) smo podrobneje analizirali območje C5. Območje vsebuje diagram diferenciacije zarodnih celic s spremnim besedilom, ki opisuje njihove terapevtske potenciale. Pri analizi smo uporabili prikaze zaporedja fiksacij (ang. gaze plot) učencev, ki prikazujejo zaporedje in trajanje fiksacij na izbranem območju. Zaradi neustreznega umerjanja očesnega sledilca smo 5 učencev (10,0 %) izločili iz nadaljnje analize. Na temelju analize 30 % prikazov zaporedja fiksacij učencev (n = 13) smo oblikovali kodirno shemo s kategorijami, ki so predstavljale prepoznano zaporedje in integriranje diagrama ter

spremnega besedila. Zanesljivost kodiranja je bila 97 % in smo jo dosegli z usklajevanjem neodvisnega kodiranja dveh raziskovalcev, avtorjev prispevka. Kodirnik za načine povezovanja diagrama in spreznega besedila na področju C5 je v končni obliki zajemal 7 kategorij, in sicer:

- 1) Ni povezovanja, ker ni pogleda na diagram in spremno besedilo;
- 2) Ni povezovanja, ker ni pogleda na diagram;
- 3) Ni povezovanja, ker ni pogleda na spremno besedilo;
- 4) Nepovezana obravnava diagrama in spreznega besedila;
- 5) Zaporedna obravnava, najprej diagram in nato spremno besedilo;
- 6) Zaporedna obravnava, najprej spremno besedilo in nato diagram in
- 7) Integriranje diagrama in spreznega besedila. Z uporabo opisane končne verzije kodirnikov smo analizirali celoten nabor zbranih prikazov zaporedja fiksacij učencev.

REZULTATI Z DISKUSIJO

Ocena predznanja učencev

Za sodelujoče učence je v povprečju veljalo 1,6 od 6 trditvev (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.

Glavna sporočila učbeniškega gradiva, ki so jih učenci prepoznali (RV1)

V Preglednici 3 so predstavljene frekvence trditve, ki smo jih kategorizirali glede na vsebino posameznih območij. Pri tem smo združili območja C3 in C6 v isto vsebinsko območje, saj C6 slikovno dopolnjuje oz. predstavlja informacije, ki jih lahko razberemo iz besedila v območju C3.

► PREGLEDNICA 3. Frekvence trditve, ki se nanašajo na posamezno območje

	C1	C2	C3+C6	C4	C5
f	13	13	92	20	4
f(%)	8,9	8,9	63,0	13,7	2,7

Učenci so pri opisovanju glavnih sporočil poglavja najbolj izpostavljali vsebino iz področja C3 + C6, ki razlaga proces popolne in nepopolne preobrazbe živali ($f_{\%} = 63,0\%$). Glavno sporočilo so učenci predstavljali predvsem na konkretni ravni s primerom metulja ali žabe. Takih je bilo kar 67,4 % vseh podanih sporočil s področja C3 + C4.

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

Učenec A: »Metulj se razvije iz jajčeca, prej je bil gosjenica.«

Učenec B: »Žabe nimajo popolne preobrazbe.«

Preostali področji glavnega besedila C1 in C2 sta bili manj zastopani v njihovih odgovorih ($f_{\%} = 8,9\%$). 13,7 % vseh zapisanih trditve učencev se je navezovalo na zanimivost, opisane ob fotografiji kokoši in ličinke kačjega pastirja (C4), 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:

Učenec C: »Kokoš na leto znese okoli 320 jajc.«

Učenec Č: »Piščanec je odrasel po 19 tednih.«

Učenci so po končanem učenju z učbeniškim gradivom navedli največ glavnih sporočil, ki so se nanašala na vsebino popolne in nepopolne preobrazbe (C3 + C6), kar je pričakovano, saj omenjena vsebina zavzema največji delež učbeniškega gradiva. Več kot tri četrtine učencev je v vprašalniku o oceni predznanja ocenilo, da znajo razložiti razvoj metulja od jajčeca do odrasle živali, ki je predstavljal enega od primerov popolne preobrazbe, opisane v omenjenem območju. To lahko nakazuje, da je eden od možnih razlogov za tolikšno navajanje te vsebine kot glavnega sporočila gradiva tudi zaznano dobro predznanje učencev. Prav tako je to edina vsebina, kjer slike (C6) dopolnjujejo glavno besedilo (C3) na način, da prikazujejo informacije, ki jih lahko razberemo iz glavnega besedila. Omenjeno lahko nakazuje pomembnost načela večpredstavnosti, ki pravi, da uporaba slik in besedila v učnem gradivu z večjo verjetnostjo vodi k učinkovitejšemu učenju kot samo uporaba besedila (Mayer, 2014b). Analiza vprašalnika o vsebini učnega gradiva je pokazala, da je več kot tretjina učencev kot eno izmed glavnih sporočil poglavja navajala zanimivosti oz. dejstva o kokoši in kačjih pastirjih, ki z učnimi cilji poglavja niso bila povezana. Rezultati so v skladu z raziskavami, ki preučujejo načelo koherence oz. prisotnost nepotrebnih elementov. Te ugotavljajo, da imajo omenjeni elementi pomembne negativne učinke na bralno razumevanje učencev in učenje pomembnih informacij učnega gradiva (Chang in Choi, 2014; Rey, 2012). Po drugi strani pa raziskave (Park, Flowerday in Brünken, 2015; Rey, 2012), ki temeljijo predvsem na *kognitivno-afektivni teoriji* učenja z medijem, kjer je medij opredeljen kot fizični sistem namenjen učenju oz. poučevanju (Moreno, 2007), opozarjajo na pomembnost teh elementov zaradi njihove povezave z motivacijo. Kot smernico pri oblikovanju učbeniških gradiv lahko tako predlagamo uporabo oblikovnih lastnosti, ki učence motivirajo za vključevanje v generativno procesiranje (npr. privlačnih slik), ki so hkrati relevantne za doseganje učnih ciljev (Mayer, 2014c).

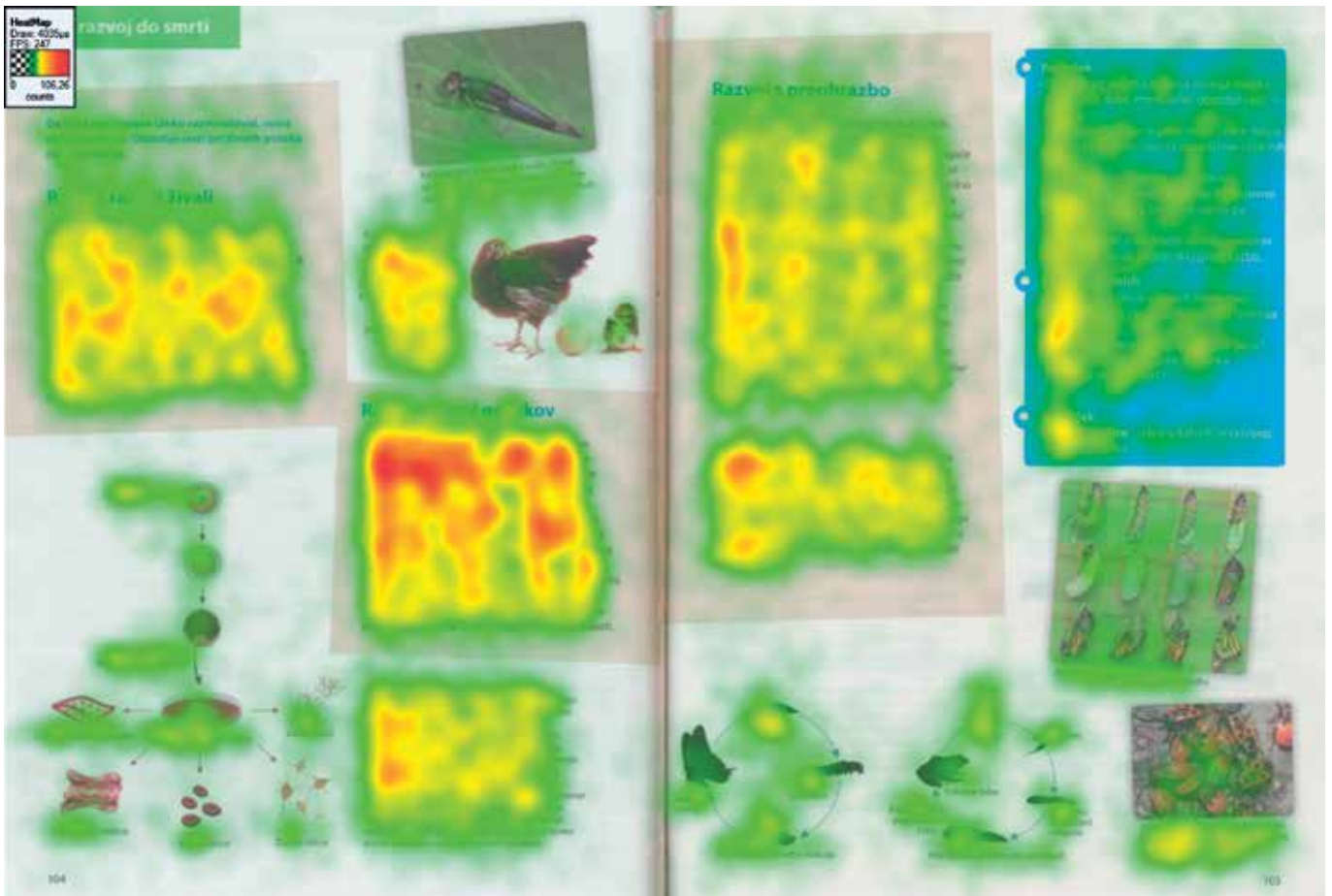
Pozornost učencev na posameznih področjih učbeniškega gradiva (RV2)

Z namenom določiti pozornost učencev za posamezna področja učbeniškega gradiva med učenjem, smo se osredotočili na čas trajanja vseh fiksacij (angl. *total fixation duration, TFD*) na posameznem vsebinskem območju zanimanja, tj. območju od C1 do C7. V Preglednici 4 so predstavljene povprečne vrednosti relativnih in absolutnih TFD-jev na posameznih področjih. Za področja, ki vsebujejo samo besedilo (C1, C2, C3 in C7) smo izračunali tudi povprečno vrednost relativnih TFD-jev na posameznem znak v specifičnem področju.

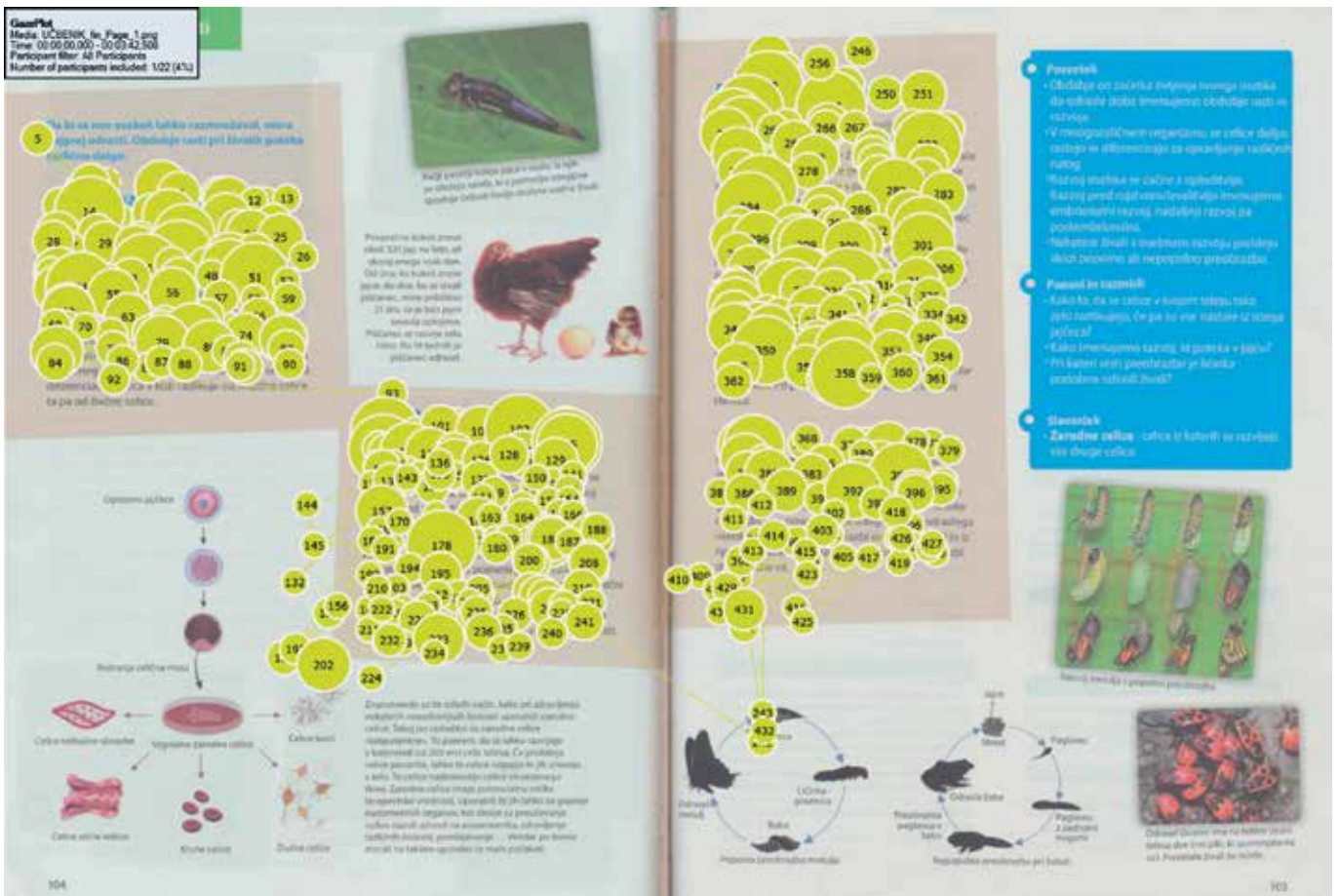
Največ časa (TFD = 28,7 %) so učenci med učenjem s pomočjo učnega gradiva posvetili področju C3, temu sledita s območji C1 (TFD = 16,1 %) in C2 (TFD = 16,8 %). Dopolnilnim elementom so učenci skupaj namenili četrtno svojega časa. Če primerjamo, koliko časa so učenci namenili posameznemu znaku v območjih C1, C2, C3 in C7, lahko ugotovimo, da se le-ta zmanjšuje. Katerim območjem poglavja so učenci namenili največ pozornosti, je mogoče razbrati tudi iz prikaza gostote fiksacij (angl. *heat map*), kjer barvni gradient nakazuje gostoto fiksacij, in sicer rdeča barva predstavlja največjo in zelena najmanjšo gostoto fiksacij (Slika 2).

► PREGLEDNICA 4: Povprečne vrednosti relativnih in absolutnih TFD-jev na posameznih področjih

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
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*10 ⁻³	31,7*10 ⁻³	25,9*10 ⁻³				18,8*10 ⁻³



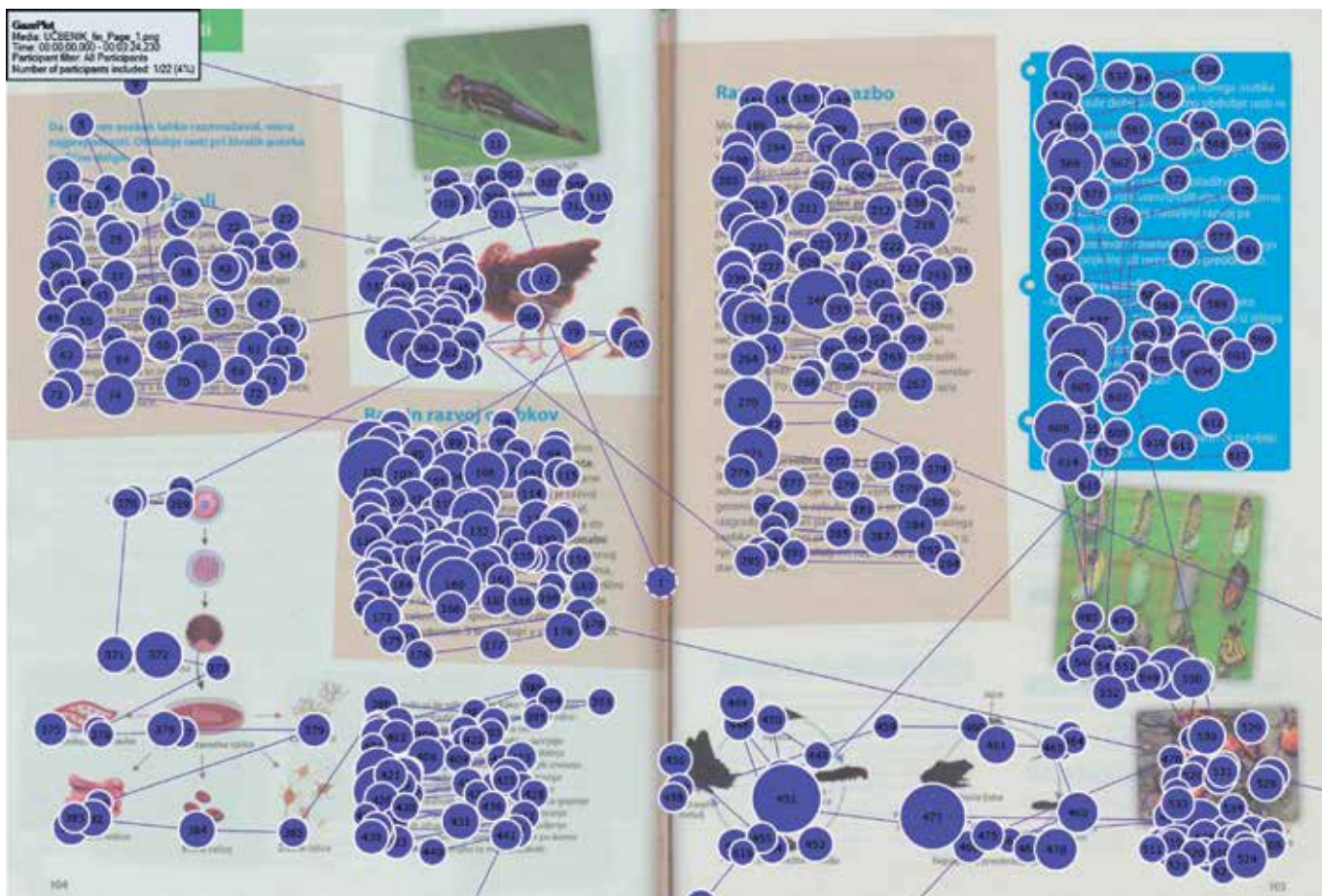
► SLIKA 2. Prikaz gostote fiksacij vseh sodelujočih učencev



► SLIKA 3. Prikaz zaporedja fiksacij učenca, ki ni obravnaval dopolnilnih elementov in povzetka (območja C4–C7)



► SLIKA 4. Prikaz zaporedja fiksacij, ki ni obravnaval področja povzetka in vprašanj (območje C7)



► SLIKA 5. Prikaz zaporedja fiksacij, ki je najprej obravnaval glavno besedilo in nato dopolnilne elemente



► SLIKA 6. Prikaz zaporedja fiksacij, ki je obravnaval diagram in spremno besedilo ločeno (območje C5).

Zaporedje obravnave posameznih področij gradiva in sposobnost integracije slikovnih in besedilnih elementov učencev (RV3)

V analizi smo se osredotočili tudi na zaporedje obravnave posameznih področij gradiva in učenčevu sposobnost integracije slikovnih in besedilnih elementov. Za analizo smo uporabili prikaze zaporedja fiksacij učencev, ki prikazujejo zaporedje in trajanje fiksacij na izbranem območju. Načini obravnave izbranega učbeniškega gradiva so bili zelo raznoliki, npr. nekateri učenci pri učenju niso obravnavali niti dopolnilnih elementov niti povzetka z vprašanji (Slika 3), nekateri niso obravnavali povzetka in vprašanj (Slika 4), nekateri so obravnavali vsa področja, vendar so najprej obravnavali glavno besedilo in nato dopolnilne elemente (Slika 5), nekateri so obravnavali slikovno gradivo in njegovo spremno besedilo ločeno (Slika 6) ipd.

Podrobneje smo analizirali območje C5, ki vsebuje diagram diferenciacije zarodnih celic s spremnim besedilom, ki opisuje njihove terapevtske potenciale. V Preglednici 5 so prikazani načini povezovanja diagrama in spremnega besedila, kategorizirani iz prikazov zaporedja fiksacij učencev. Zaradi neustreznega umerjanja smo 5 učencev (10,0 %) iz analize izločili.

Iz Preglednice 5 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 oz. da diagrama in spremnega besedila učenci niso dojemali kot vsebinsko povezano celoto. Med branjem diagrama in spremnega besedila so brali še druge dele gradiva. Samo en učenec ($f = 2,3\%$) je spremno besedilo in diagram integriral, kar pomeni, da je med branjem besedila svoj pogled fiksiral na ustrezne dele diagrama. Rezultati nakazujejo, da bi večina učencev potrebovala dodatno podporo pri prepoznavanju in povezovanju informacij iz besedila in slik. Pri tem je eden od načinov pomoči za medsebojno povezovanje informacij uporaba načela podarjanja, kjer so pomembne in povezovalne informacije gradiva verbalno ali vizualno podarjane (Richter, Scheiter in Eitel, 2016).

Prepoznavanje pomena in uporaba besedila na območju C7 – s povzetkom, vprašanji za ponavljanje in slovarčkom (RV4)

V učbeniškem gradivu se območje C7 nahaja desno zgoraj in vsebuje povzetek, vprašanja za ponavljanje in slovarček. Večina učencev ($f = 61,2\%$) je opredelila področje kot povzetek oz. obnovo, več kot četrtnina učencev ($f = 28,6\%$) je poleg obnove izpostavila tudi pomen vprašanj. Iz odgovorov 6,1 % učencev je razvidno, da ne razumejo 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:

► PREGLEDNICA 5. Načini povezovanja diagrama in spremnega besedila na področju C5

Povezovanje diagrama in spremnega besedila							
Ne				Da			
Ni pogleda na ...			Nepovezana obravnava diagrama in spremnega besedila	Zaporedna obravnava		Integriranje spremnega besedila in diagrama	
diagram in sprem. besedilo.	diagram	sprem. besedilo.		diagram → spremno besedilo	spremno 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

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

Kategorija *Povzetek in vprašanja*, učenec E: »Zato ker so tam povzetek vsega, kar piše, in vprašanja za ponovitev.«

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

Analiza z očesnim sledilcem je pokazala, da kljub poznavanju pomena modrega okvirčka z besedilom, četrtnina 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 za vprašanja.

SKLEPI

Učbeniki vsebujejo informacije v slikovni in besedni predstavnih oblikah, kar jih uvršča med večpredstavna učna gradiva. Za analizo uspešnosti učenja iz učnega gradiva smo izbrali poglavje »Rast in razvoj do smrti« iz učbenika za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole Dotik narave (Devetak idr., 2013). Ker izbrano gradivo vsebuje veliko različnih elementov, lahko v povezavi z načeli za razvoj učinkovitih večpredstavnih gradiv izpostavimo samo splošne ugotovitve oz. možnosti za nadgradnjo obstoječega gradiva.

Analiza vprašalnika o vsebini učnega gradiva je pokazala, da je več kot tretjina učencev kot eno izmed glavnih sporočil poglavja navajala zanimivosti oz. dejstva o kokoši in kačjih pastirjih, ki z učnimi cilji poglavja niso v povezavi. Zato je treba razmisliti, kako upoštevati načelo koherence, ki govori o tem, da je iz učnega gradiva treba odstraniti nepotrebne elemente in tako minimizirati nebitveno 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 lahko v omenjenem primeru v bodoče nadgradili.

Analiza prikazov zaporedja fiksacij 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. Skoraj polovica učencev je obravnavala diagram in spremno besedilo nepovezano, kar nakazuje na branje v stolpcih. 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 ob ustreznem delu diagrama. Prav tako bi bilo smiselno razmisliti o načelu poudarjanja na način, da bi v besedilu konkretno omenili povezave s slikami in tako povečali možnost integracije besedila in slik.

Prikazana raznolikost načinov procesiranja izbranega učbeniškega gradiva nakazuje na raznolikost učencev v pristopih k učenju iz učnih gradiv ter na pomanjkljive prakse dela z učnimi gradivi pri pouku, kot je izpustitev predstavitve zgradbe uporabljenih učbenikov in pomena njihovih posameznih. Zato mora učitelj (večkrat, za vsak učbenik posebej) učencem predstaviti celotno zgradbo učbenika in strukturo posameznih poglavij (npr. delitev na naslove in podnaslove, pomen ikon, barv, velikosti besedil itd.) ter pri pouku posvečati več pozornosti učenčevemu učenju učenja s pomočjo učbenika (npr.

izpisovanju ključnih besed, ustnemu in pisnemu povzemanju prebranega, izdelovanju grafičnih organizatorjev itd.), kar bo lahko vodilo k boljšemu obvladovanju osnovnega in spodbujanju generativnega kognitivnega procesiranja učenca med učenjem.

“

Lik profesorja

na fakulteti vidim na drugačni ravni. Predvsem pri prenosu samega znanja pričakujem, da mi bo dal vpogled na situacije iz različnih vidikov in še dodatno razširil moja obzorja. Pričakujem, da se mi bo prek podanega znanja spremenil pogled in razvila osebnost.

19 let, ženski spol

”

VIRI IN LITERATURA

- Ainsworth, S. (2008). The educational value of multiple-representations when learning complex scientific concepts. V: J. K. Gilbert, M. Reiner in M. Nakhleh (ur.), *Visualization: Theory and practice in science education*. Dordrecht: Springer.
- Chang, Y. in Choi, S. (2014). Effects of seductive details evidenced by gaze duration. V: *Neurobiology of learning and memory*, 109, 131-138.
- Chuang, H. H. in Liu, H. C. (2012). Effects of Different Multimedia Presentations on Viewers' Information-Processing Activities Measured by Eye-Tracking Technology. V: *Journal of Science Education and Technology*, 2, 276-286.
- Desjarlais, M. (2017). The Use of Eye-gaze to Understand Multimedia Learning. V: C. Was, F. Sansosti in B. Morris (ur.), *Eye-tracking technology applications in educational research*. Hershey PA: IGI Global.
- Devetak, I., Rozman, L., Sopotnik, M. in Susman, K. (2013). *Dotik narave 7: Učbenik za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole*. Ljubljana: Rokus Klett.
- Devetak, I. in Vogrinc, J. (2013). The criteria for evaluating the quality of the science textbooks. V: *Critical analysis of science textbooks*. Dordrecht: Springer.
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye tracking methodology. Theory and practice* (2nd ed.). London: Springer-Verlag.
- Kovač, M., Šebart, M. K., Krek, J., Štefanc, D. in Vidmar, T. (2005). *Učbeniki in družba znanja*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, Center za študij edukacijskih strategij, Znanstveni inštitut Filozofske fakultete.
- 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. V: *Educational Research Review*, 10, 90-115.
- Mayer, R.E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2010). Unique contributions of eye-tracking research to the study of learning with graphics. V: *Learning and Instruction*, 2, 167-171.
- Mayer, R.E. (2014a). Introduction to Multimedia Learning. V: R. E. Mayer (ur.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* 2nd ed.. 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. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2014c). Incorporating motivation into multimedia learning. V: *Learning and Instruction*, 29, 171-173.
- Moreno, R. (2007). Optimising learning from animations by minimising cognitive load: Cognitive and affective consequences of signalling and segmentation methods. *Applied cognitive psychology*, 21(6), 765-781.
- Park, B., Flowerday, T. in Brünken, R. (2015). Cognitive and affective effects of seductive details in multimedia learning. V: *Computers in Human Behavior*, 44, 267-278.
- Pravilnik o potrjevanju učbenikov. Uradni list RS, št. 34/15.
- Rey, G. D. (2012). A review of research and a meta-analysis of the seductive detail effect. V: *Educational Research Review*, 3, 216-237.
- Rey, G. D. (2014). Seductive details and attention distraction - An eye tracker experiment. V: *Computers in Human Behavior*, 32, 133-144.
- Richter, J., Scheiter, K. in Eitel, A. (2016). Signaling text-picture relations in multimedia learning: A comprehensive meta-analysis. V: *Educational Research Review*, 17, 19-36.
- Scheiter, K. in Eitel, A. (2017). The use of eye tracking as a research and instructional tool in multimedia learning. V: C. Was, F. Sansosti in B. Morris (ur.), *Eye-tracking technology applications in educational research*. Hershey PA: IGI Global.
- Strmčnik, F. (2001). *Didaktika: Osrednje teoretične teme*. Ljubljana: Znanstveni inštitut Filozofske fakultete.
- Van Gog, T. in Scheiter, K. (2010). Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning. V: *Learning and Instruction*, 2, 95-99.