

Utjecaj istraživačkog kolaborativnog učenja na sadržajno, proceduralno i epistemičko znanje učenika petih razreda

Marina Balažinec¹, Ines Radanović²

¹ III. osnovna škola Varaždin, Trg Ivana Perkovca 35, Varaždin;
marina.barisic13@gmail.com

²Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Rooseveltov trg 6, Zagreb

SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je ispitati utjecaj istraživačkog kolaborativnog učenja, istraživačkog učenja i tradicionalnog poučavanja na sadržajno, proceduralno i epistemičko znanje učenika petih razreda na satu Prirode. Istraživanje se provelo na uzorku od 1340 učenika petih razreda iz cijele Hrvatske. Eksperimentalnu skupinu činili su učenici koji su učili uz istraživačko kolaborativno učenje, a njihovo se učenje uspoređivalo s učenjem učenika koji su učili standardnim istraživačkim učenjem bez kolaboracije te učenicima koji su bili poučavani tradicionalno uz pokuse. Za potrebe provedbe istraživanja izrađen je priručnik za nastavnike, sedam radnih listića i provjera znanja. Rezultati provjere znanja pokazali su kako na usvajanje epistemičkog i sadržajnog znanja najbolje utječe kolaborativno istraživačko učenje. Što se tiče proceduralnog znanja sve tri skupine pokazale su jednaku razinu usvojenosti. Rezultati radnih listića ukazuju da su učenici sve tri skupine dobro usvojili sadržajno znanje, ali su se razlike u znanju javile prilikom rješavanja zadataka koji su tražili proceduralno znanje i epistemičko znanje. Iz rezultata se može zaključiti kako argumentirana rasprava uz minimalno vodstvo učitelja kakvu su prakticirali učenici u kolaborativnom istraživačkom učenju potiče usvajanje epistemičkog znanja.

Ključne riječi: prirodoznanstvena pismenost; zajedničko učenje; vrste znanja

UVOD

Prirodnoznanstvena pismenost, uz matematičku i čitalačku pismenost, predstavlja jednu od ključnih kompetencija u suvremenom društvu (OECD, 2017). Koncept prirodnoznanstvena pismenost uključuje znanja temeljnih koncepata, modela i teorija, ali i dijelove procesa znanosti i epistemičkih aspekata prirode znanosti (Zetterqvist i Bach, 2023). Osoba koja je prirodnoznanstveno pismena može znanstveno objasniti pojave, vrednovati i osmisliti znanstvena istraživanja te interpretirati znanstvene podatke i dokaze (Braš Roth i sur., 2017). Za svaku navedenu kompetenciju potrebna su određena znanja o prirodoslovlju i znanosti, poznavanje određenih sadržaja, ali i razumijevanje načina na koji se dolazi do znanstvene spoznaje (proceduralno znanje) te razumijevanje prirode i porijekla znanja (epistemološko znanje), (Braš Roth i sur., 2017). U skladu s time, OECD (2010) navodi kako su potrebne tri vrste znanja za prirodnoznanstvenu pismenost: 1) sadržajno znanje - razumijevanje činjenica, koncepata i pravila; 2) proceduralno znanje - razumijevanje načina na koji je znanje izvedeno, znanje o konceptima i postupcima koji su ključni za znanstveno istraživanje i osnova za prikupljanje, analizu i tumačenje znanstvenih podataka; 3) epistemičko znanje - razumijevanje prirode i nastanka znanja u znanosti i sposobnost učenika da razmišljaju i sudjeluju u argumentiranoj raspravi.

Većina istraživanja bavi se usvajanjem konceptualnog razumijevanja gdje se učenici koriste svojim sadržajnim znanjem kako bi došli do rješenja novog problema (Euler, 2021; Howe, 2014; Lukša i sur., 2013). Što se tiče proceduralnog znanja, ono je vezano za specifične vrste problema i nije široko primjenjivo (Euler, 2021). Za procjenu proceduralnog znanja istraživači obično koriste rutinske zadatke, gdje učenici za rješavanje problema koriste prethodno naučene metode rješavanja korak po korak. Istraživanja pokazuju da dijeljenje znanja i rasprava među učenicima pomaže usvajanju konceptualnog i proceduralnog znanja (Rittle-Johnson i sur., 2001). Sadržajno i proceduralno znanje su usko povezana

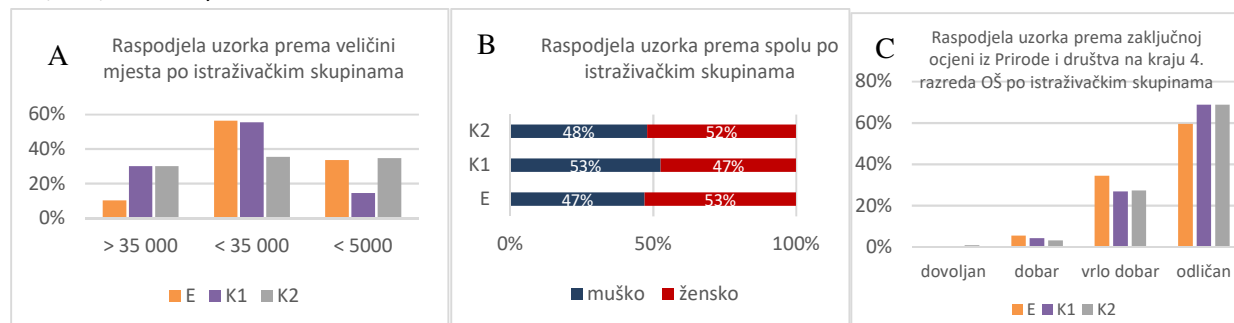
te utječu jedno na drugo (Rittle-Johnson i sur., 2001). Dobro sadržajno znanje utječe na poboljšanje proceduralnog znanja, ali i obrnuto (Rittle-Johnson i sur., 2001).

Istraživanja pokazuju kako se učenici ne bave epistemičkim aspektima znanosti, kao što se bave sadržajnim ili proceduralnim znanjem (Zetterqvist i Bach, 2023). Neki od razloga nekorištenja epistemičkog znanja su: intelektualna zahtjevnost takvog znanja (Kind i Osborne, 2017), učenici nisu naviknuti na epistemičke zadatke (Kind i Osborne, 2017), učitelji nisu osposobljeni za takav način poučavanja (Osborne i sur., 2018). Ako želimo poboljšati nastavu koja se bavi epistemičkim aspektima znanosti, moramo dizajnirati i evaluirati takvu nastavu. Učitelji mogu kroz suočavanje učenika sa složenim problemima koji zahtijevaju zajedničko, kolaborativno i kreativno rješavanje stvoriti uvjete za razvoj epistemičkog znanja (Goodyear i Markauskaite, 2019). Nastavna strategija kojom se mogu postići takvi uvjeti je kolaborativno istraživačko učenje, gdje se koriste simulacijski ili stvarni zadaci koji zahtijevaju zajedničko odlučivanje i donošenje odluka o metodama i strategijama koje će se primijeniti za ostvarenja zajedničkog cilja, kao i postupke za utvrđivanje ostvaruju li odabrane strategije, metode i tehnike učenja zadani cilj (Chatterjee i Correia, 2020).

Ovim istraživanjem provjeravani su učinci kolaborativnog istraživačkog učenja, istraživačkog učenja i tradicionalnog poučavanja na sadržajno, proceduralno i epistemičko znanje uz hipotezu da će učenici koji su sudjelovali u istraživačkom kolaborativnom učenju pokazati značajno bolje sadržajno, proceduralno i epistemičko znanje od učenika koji su sudjelovali u istraživačkom učenju i tradicionalnom poučavanju.

METODE

U istraživanju je sudjelovalo 1340 učenika petih razreda iz 32 škole koje obuhvaćaju područje većeg dijela Hrvatske (Slika 1A). Ispitanici su bili podijeljeni u eksperimentalnu i dvije kontrolne skupine. Učenici eksperimentalne skupine učili su uz istraživačko kolaborativno učenje (E), a njihovo se učenje uspoređivalo s kontrolnom skupinom 1 u kojoj su učenici učili standardnim istraživačkim učenjem bez kolaboracije (K1) te kontrolnom skupinom 2 u kojoj su učenici poučavani na tradicionalan način uz pokuse (K2). Skupine su ujednačene prema spolu ($\chi^2 = 3,428$; $df = 2$; $p = 0,180$; Slika 1B) te prema slabijem (ocjene 2 i 3) i uspješnijem uspjehu (ocjene 4 i 5) iz predmeta Priroda i društvo na kraju 4. razreda ($t_{E-K1} = -1,188$; $df = 941$; $p = 0,235$; $t_{E-K2} = -1,403$; $df = 868$; $p = 0,161$; $t_{K1-K2} = -0,263$; $df = 830$; $p = 0,793$; Slika 1C).



Slika 1 Struktura uzorka učenika 5. razreda osnovne škole; A: Raspodjela ispitanika prema veličini mjesta po istraživačkim skupinama (kolaborativno istraživačko učenje (E), istraživačko učenje (K1), tradicionalno učenje uz pokuse (K2)); B: Raspodjela ispitanika prema spolu po istraživačkim skupinama; C: Raspodjela ispitanika prema zaključnoj ocjeni iz Prirode i društva na kraju 4. razreda OŠ po istraživačkim skupinama

Istraživanje je provedeno školske godine 2019./2020. tijekom poučavanja o tematskoj cjelini *Tlo u prirodi*. Obrada tematske cjeline *Tlo u prirodi* razrađena je kroz 13 nastavnih sati i 9 nastavnih tema

(*Građa tla, Vrste tla, Svojstva tla, Životni uvjeti u tlu, Mjerenje temperature tla, Projekt temperatura tla kroz godišnja doba, Izrada lumbrikarija, Prilagodba živih bića životnim uvjetima u tlu, Utjecaj živih bića na životne uvjete u tlu*), uključujući poučavanje tijekom terenske nastave te strukturirano promatranje i istraživanje uz pokuse (npr. mjerenje propusnosti tla, određivanje teksture tla, taloženje čestica tla u menzuri, izrada lumbrikarija). Razrada nastavnih tema najvećim dijelom se temeljila na implementaciji GLOBE protokola za tlo (GLOBE Hrvatska, 2010; Program GLOBE – Hrvatska, 2020) koji su prihvatljivi za provedbu kod učenika u dobi od 11 godina.

Za potrebe istraživanja izrađeno je sedam radnih listića, priručnik za nastavnike, šest pisanih priprema za nastavu i pisana provjera znanja. Sedam radnih listića (RL) sa strukturiranim zadacima istraživanja i otkrivanja imali su svrhu pomoći učenicima usvojiti nastavne sadržaje i osigurati jednoznačnost poučavanja (Tablica 1).

Tablica 1 Struktura radnih listića

Radni listići	Broj zadataka	Broj čestica s rezultatima učenja	Broj nastavnih sati	Vrsta znanja	Biološki kontekst	Ishodi učenja
RL1	2	8	1	sadržajno epistemičko	Važnost tla za čovjeka i ostala živa bića, proces nastanka tla i građa tla	A.5.1.5.1. Opisuje na temelju praktičnih radova tlo kao dinamičan sustav koji se stalno mijenja pod utjecajem različitih čimbenika i utječe na živi i neživi svijet
RL2	2	9	1	sadržajno proceduralno epistemičko	Slojevi tla Živa i neživa priroda koju nalazimo u slojevima tla	A.5.1.2.1. Opisuje na temelju praktičnih radova građu i vrstu tla uz razlikovanje slojeva u tlu D.5.1.1.1. Odgovorno i prema uputama koristi termometar za mjerenje tla i zraka te kemikalije poput octene kiseline uz primjenu mjera opreza i zaštite
RL3	2	12	1	proceduralno	Vrste čestica tla i vrste tla	B.5.1.1.1. Upotrebom osjetila određuje svojstva tla i povezuje ih s građom
RL4	4	55	3	proceduralno epistemičko	Svojstva tla	B.5.1.2.1. Uspoređuje na temelju praktičnih radova svojstva tla tijekom godišnjih doba povezujući ih s promjenama životnih uvjeta D.5.1.2.1. Prepoznaje istraživačka pitanja na temelju provedbe istraživačkih i praktičnih radova D.5.1.3.1. Prikazuje rezultate mjerenja i opažanja na osnovu vođenih bilježaka kao osnove za zaključke
RL5	4	37	3	sadržajno proceduralno	Utjecaj svojstva tla na životne uvjete Mjerenje temperature tla kroz godišnja doba	B.5.1.3.1. Zaključuje na temelju opažanja da svojstva i sastav tla utječu na životne uvjete na Zemlji D.5.1.1.1. Odgovorno i prema uputama koristi termometar za mjerenje tla i zraka te kemikalije poput octene kiseline uz primjenu mjera opreza i zaštite D.5.1.2.1. Prepoznaje istraživačka pitanja na temelju provedbe istraživačkih i praktičnih radova D.5.1.3.1. Prikazuje rezultate mjerenja i opažanja na osnovu vođenih bilježaka kao osnove za zaključke D.5.1.5.1. Raspravlja o svojim rezultatima i uspoređuje ih s rezultatima drugih učenika dobivenih na temelju istraživačkih i praktičnih radova a prikazanih tabelarno i grafički
RL6	5	28	2	proceduralno epistemičko	Utjecaj gujavica na svojstva tla	B.5.2.6.1. Proučava utjecaj živih bića na životne uvjete u tlu

Radni listići	Broj zadataka	Broj čestica s rezultatima učenja	Broj nastavnih sati	Vrsta znanja	Biološki kontekst	Ishodi učenja
						D.5.1.3.1. Prikazuje rezultate mjerenja i opažanja na osnovu vođenih bilježaka kao osnove za zaključke D.5.1.4.1. Uočava uzročno-posljedične veze na temelju promatranja, opažanja i provedbe istraživačkih radova
RL7	9	49	2	sadržajno epistemičko	Građa gujavice Osjetila gujavice Prilagodbe gujavice na životne uvjete u tlu	B.5.2.1.1. Objašnjava na temelju promatranja, istraživanja u neposrednom okolišu i praktičnih radova prilagodbe živih bića koja žive u tlu različitim uvjetima tla D.5.1.2.1. Prepoznaje istraživačka pitanja na temelju provedbe istraživačkih i praktičnih radova D.5.1.3.1. Prikazuje rezultate mjerenja i opažanja na osnovu vođenih bilježaka kao osnove za zaključke D.5.1.4.1. Uočava uzročno-posljedične veze na temelju promatranja, opažanja i provedbe istraživačkih radova

Na osnovu prikupljenih radnih listića i kodiranih odgovora učenika prema Radanović i sur. (2016) s obzirom na točnost i razinu razumijevanja (Tablica 2), za zadatke unutar radnih listića bilo je moguće pratiti učinke učenja tijekom pojedinog načina učenja (E ili K1).

Tablica 2 Skale za kodiranje točnosti odgovora i razina razumijevanja prema Radanović i sur. (2016); MA – metrijska analiza; RR – razina razumijevanja

Riješenost zadatka	MA	Razina razumijevanja	RR
točno	1	konceptualno razumijevanje	6
netočno	0	djelomično konceptualno razumijevanje	5
		primjena	4
		prepoznavanje	3
		reprodukcija	2
		konceptualno nerazumijevanje	1
		besmisleno	0
		nema odgovora	9

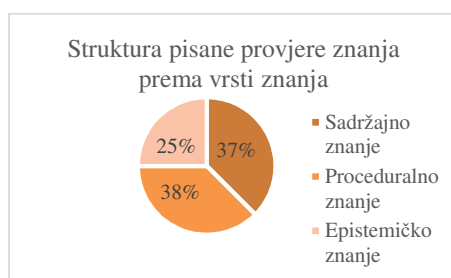
Pisana provjera znanja sastojala se od devet zadataka i 21 čestice koji su provjeravali ishode propisane prema kurikulumu nastavnog predmeta Priroda (Tablica 3).

Tablica 3 Ishodi tematske cjeline *Tlo u prirodi* u prirodi kao osnova analize uspješnosti učenja.

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	Razrada ishoda	Ishodi aktivnosti	Čestice pisane provjere znanja
OŠ PRI A.5.1. Učenik objašnjava temeljnu građu prirode	A.5.1.2. Uočava na temelju praktičnih radova da su tvari građene od sitnih čestica	A.5.1.2.1. Opisuje na temelju praktičnih radova građu i vrstu tla uz razlikovanje slojeva u tlu	2A, 2B, 7A, 9
	A.5.1.5. Objašnjava da međusobnim djelovanjem različitih tvari mogu nastati nove tvari	A.5.1.5.1. Opisuje na temelju praktičnih radova tlo kao dinamičan sustav koji se stalno mijenja pod utjecajem različitih čimbenika i utječe na živi i neživi svijet	1, 8A, 8B
OŠ PRI B.5.1. Učenik objašnjava svojstva zraka, vode i tla na temelju istraživanja u neposrednom okolišu	B.5.1.1. Istražuje sastav i svojstva zraka vode i tla	B.5.1.1.1. Upotrebom osjetila određuje svojstva tla i povezuje ih s građom	3A, 3B, 3C, 7B
	B.5.1.2. Uspoređuje promjene svojstava zraka, vode i tla tijekom godišnjih doba povezujući ih s promjenom životnih uvjeta	B.5.1.2.1. Uspoređuje na temelju praktičnih radova svojstva tla tijekom godišnjih doba povezujući ih s promjenama životnih uvjeta	5A, 6A
	B.5.1.3. Zaključuje da su životni uvjeti na Zemlji proizašli iz sastava i svojstava zraka, vode i tla	B.5.1.3.1. Zaključuje na temelju opažanja da svojstva i sastav tla utječu na životne uvjete na Zemlji	3D, 5A, 6A

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	Razrada ishoda	Ishodi aktivnosti	Čestice pisane provjere znanja
OŠ PRI B.5.2. Učenik objašnjava međuodnose životnih uvjeta i živih bića	B.5.2.1. Objašnjava prilagodbe živih bića u različitim uvjetima u prirodi na temelju promatranja, istraživanja u neposrednom okolišu i praktičnih radova	B.5.2.1.1. Objašnjava na temelju promatranja, istraživanja u neposrednom okolišu i praktičnih radova prilagodbe živih bića koja žive u tlu različitim uvjetima tla	5B, 6B, 8C
	B.5.2.6. Proučava utjecaj živih bića na životne uvjete	B.5.2.6.1. Proučava utjecaj živih bića na životne uvjete u tlu	3E, 8A, 8B
OŠ PRI D.5.1. Učenik tumači uočene pojave, procese i međuodnose na temelju opažanja prirode i jednostavnih istraživanja	D.5.1.1. Odgovorno i prema uputama koristi se različitim laboratorijskim posuđem, priborom, uređajima i kemikalijama uz primjenu mjera opreza i zaštite	D.5.1.1.1. Odgovorno i prema uputama koristi termometar za mjerenje tla i zraka te kemikalije poput octene kiseline uz primjenu mjera opreza i zaštite	4C
	D.5.1.2. Prepoznaje istraživačka pitanja	D.5.1.2.1. Prepoznaje istraživačka pitanja na temelju provedbe istraživačkih i praktičnih radova	4A
	D.5.1.3. Bilježi i prikazuje rezultate mjerenja i opažanja te iz njih izvodi zaključke	D.5.1.3.1. Prikazuje rezultate mjerenja i opažanja na osnovu vođenih bilježaka kao osnove za zaključke	5A, 4B
	D.5.1.4. Uočava uzročno-posljedične veze	D.5.1.4.1. Uočava uzročno-posljedične veze na temelju promatranja, opažanja i provedbe istraživačkih radova	4B, 3D, 5A
	D.5.1.5. Raspravlja o svojim rezultatima i uspoređuje ih s rezultatima drugih učenika	D.5.1.5.1. Raspravlja o svojim rezultatima i uspoređuje ih s rezultatima drugih učenika dobivenih na temelju istraživačkih i praktičnih radova a prikazanih tabelarno i grafički	4B, 5A, 9

Vrste znanja određene su prema PISA istraživanjima (Braš Roth i sur., 2017) uz podjednaku zastupljenost sadržajnog (37 %) i proceduralnog znanja (38 %) te nešto manju zastupljenost (25 %) epistemičkog znanja (Slika 2).



Slika 2 Struktura pisane provjere znanja prema vrsti znanja

Tipovi pitanja u pisanoj provjeri znanja bili su: dva pitanja alternativnog izbora, dva pitanja višestrukog izbora, tri pitanja povezivanja i sređivanja, dva zadatka dopunjavanja, pet zadataka kratkih odgovora, sedam zadataka proširenog odgovora. Bilo je moguće ostvariti 35 bodova. Kako bi se omogućila metrijska analiza podataka, učenički odgovori kodirani su pomoću apsolutnih brojevnih vrijednosti (Tablica 2). Svaki odgovor dodatno je procijenjen prema kriterijima točnosti i razini razumijevanja (Tablica 2) prema Radanović i sur. (2016).

Za testiranje normalne distribucije rezultata radnih listića i pisane provjere znanja koristili smo Shapiro-Wilks test (S-W). Homogenost varijance provjeravana je Levene-ovim testom. Za utvrđivanje povezanosti varijabli vrsta znanja provedeno je višedimenzionalno skaliranje (MDS proximities) uz SPSS Proxscal Version 1.0 (Data Theory Scaling System Group (DTSS), Faculty of Social and Behavioral Sciences, Leiden University, The Netherlands), uz kriterije dimenzija (2,2), maxiter (100), diffstress (0,0001), minstress (0,0001) i prikaz common distances stress. (Borg i Groenen, 2005). T-test za nezavisne uzorke zajedno s Bootstrap testom korišten je i za utvrđivanje statistički značajnih razlika u ostvarenom sadržajnom, proceduralnom i epistemičkom znanju pri rješavanju zadataka pisane provjere znanja između tri skupine učenika prema načinu učenja. T-test uz Bonferroni post-hoc test korišten je za utvrđivanje statistički značajnih razlika u ostvarenom sadržajnom, proceduralnom i epistemičkom znanju pri rješavanju zadataka radnih listića između dvije skupine učenika (E i K1) prema

načinu učenja. Za utvrđivanje statistički značajnih razlika u ostvarenom razumijevanju u zadacima radnih listića između dvije skupine (E i K1) učenika prema načinu učenja korištena je ANOVA.

Statistički proračuni izrađeni su korištenjem programskog paketa SPSS 22 (IBM, 2013).

REZULTATI

Rezultati ANOVA testa pokazuju kako su učenici koji su učili kolaborativno statistički značajno bolje rješavali zadatke radnih listića 3, 4 i 7 (Tablica 4) u kojim su se izvodili pokusi, promatranja i istraživanja s kojima se učenici prije nisu susreli. U radnom listiću 3 (RL3) učenici su trebali istražiti i odrediti vrstu tla na temelju pokusa taloženja čestica tla (Tablica 5). U radnom listiću 4 (RL4) učenici su trebali osmisliti način kako provjeriti propusnost tla (Tablica 5). Učenici eksperimentalne skupine prvo su raspravili ideje unutar grupa. Nakon što je svaka grupa dala svoj prijedlog, cijeli razred se odlučio za jedinstven postupak. Kod kontrolne skupine taj korak bio je izostavljen.

Tablica 4 Rezultati ANOVA testa za ostvarene razine razumijevanja učenika prilikom rješavanja zadataka radnih listića

Razina razumijevanja NE = 149 NK1 = 234		M	SD	Test homogenosti varijance (df = 1)		ANOVA	
				Levene test	p	F	p
RL1	E	3,75	0,86	2,90	0,089	0,29	0,588
	K1	3,81	1,11				
RL2	E	4,88	0,55	28,07	0,000	0,65	0,422
	K1	4,93	0,73				
RL3	E	5,16	1,87	0,46	0,499	65,60	0,000
	K1	3,78	1,45				
RL4	E	5,21	0,42	35,47	0,000	26,07	0,000
	K1	4,90	0,67				
RL5	E	4,71	0,59	0,00	0,980	43,72	0,000
	K1	5,10	0,54				
RL6	E	5,23	0,37	49,61	0,000	187,88	0,000
	K1	5,64	0,22				
RL7	E	5,52	0,17	18,35	0,000	69,36	0,000
	K1	5,33	0,24				

U radnom listiću 7 (RL7) učenici su istraživali osjetila gujavice i prilagodbe gujavice na životne uvjete. Učenici koji su učili eksperimentalno morali su samostalno osmisliti načine ispitivanja osjetila dok su učenici kontrolne skupine bili vođeni po koracima istraživanja (Tablica 5). Učenici koji su učili istraživački bez kolaboracije su statistički značajno bolje rješavali zadatke radnih listića 5 i 6 (Tablica 4). Zadaci radnog listića 5 (RL5) tražili su od učenika da mjere temperaturu tla, a radnog listića 6 (RL6) da izrade lumbrikarije, s čim su se u prijašnjem školovanju već susreli (Tablica 5). Učenici obje skupine su podjednako uspješno riješili zadatke radnih listića 1 i 2 (Tablica 4) koji su bili više orijentirani na sadržajno znanje od ostalih radnih listića (Tablica 5). U radnom listiću 1 (RL1) zadaci su se temeljili na individualnom rješavanju uz objašnjavanje i naglašenu samoregulaciju u učenju. Radni listić 2 (RL2) također je tražio rješavanje zadataka temeljeno na vođenom učenju uz objašnjavanje nakon grupnog promatranja (Tablica 5).

Tablica 5 Opis zadataka i uočeni problemi tijekom rješavanja zadataka radnih listića

Radni listić	Opis	Razlika između skupina	Vrsta znanja	Uočeni problemi - prema učiteljima
RL1	Crtanje puta hrane od tla do tanjura; objašnjavanje zašto je tlo bitno, kako nastaje, što se u njemu nalazi te analiza odgovora prije i nakon učenja.	Nema razlike.	sadržajno epistemičko	Bez problema.

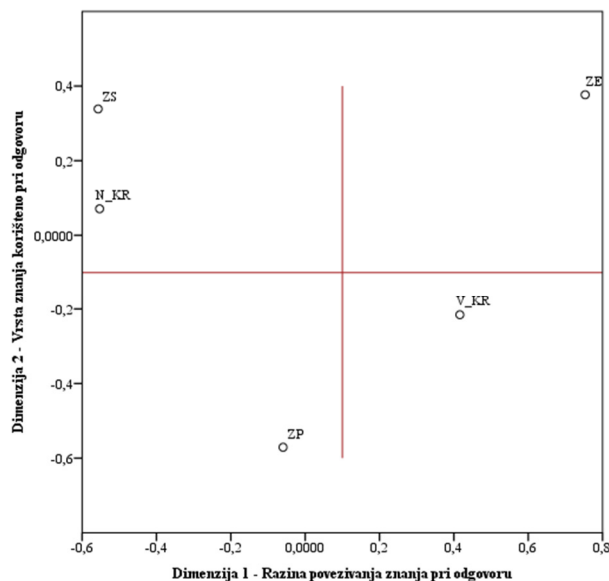
Radni listić	Opis	Razlika između skupina	Vrsta znanja	Uočeni problemi - prema učiteljima
RL2	Proučavanje slojeva u tlu, usporedba različitih slojeva i crtanje, izvedba pokusa za dokazivanje zraka u tlu.	Nema razlike.	sadržajno proceduralno epistemičko	▪ Bez problema.
RL3	Određivanje postotka gline, pijeska i praha u zemlji te određivanje vrste tla.	Eksperimentalna skupina je sve rezultate istraživanja podijelila s drugim sudionicima projekta na aplikaciji Google Maps uz mogućnost međusobnog komentiranja.	proceduralno	▪ Učenici nemaju potrebne vještine upotrebe menzure. ▪ Učenici nemaju potrebne informatičke i matematičke vještine
RL4	Određivanje vrste tla metodom probe prstima i osmišljavanje pokusa za provjeru propusnosti tla za vodu.	Kontrolna skupina je istraživanje osmišljavala na razini razreda, dok je eksperimentalna skupina osmišljavala na razini grupa pa onda na razini razreda.	proceduralno epistemičko	▪ Učenici nemaju potrebne vještine upotrebe menzure. ▪ Potrebna dobra i detaljna priprema učitelja (priprema uzoraka zemlje). ▪ Učenici se nisu snašli u suradničkom okruženju. ▪ Nedovoljno vremena za izvedbu.
RL5	Projekt mjerenja temperature tla.	Eksperimentalna skupina je morala dogovoriti način izvedbe projekta, dok je kontrolna skupina dobila detaljne upute.	sadržajno proceduralno	▪ Projekt ograničen vremenskim uvjetima. ▪ Učenici nemaju potrebne vještine upotrebe menzure. ▪ Potrebna dobra i detaljna priprema učitelja (priprema uzoraka zemlje). ▪ Učenici se nisu snašli u suradničkom okruženju. ▪ Nedovoljno vremena za izvedbu.
RL6	Izrada lumbrikarija i praćenje utjecaja gujavice na životne uvjete.	Eksperimentalna skupina je morala dogovoriti način izrade lumbrikarija, dok je kontrolna skupina dobila detaljne upute.	proceduralno epistemičko	▪ Potrebna dobra i detaljna priprema učitelja (priprema gujavica, materijala i pribora za izradu lumbrikarija). ▪ Slaba organizacija učenika.
RL7	Proučavanje građe i kretanja gujavice, proučavanje osjetila gujavice, vođenim pitanjima učenje o utjecaju gujavice na okoliš te prilagodbi na okolišne uvjete.	Eksperimentalna skupina je morala dogovoriti postupke istraživanja osjetila gujavice, dok je kontrolna skupina dobila detaljne upute.	sadržajno epistemičko	▪ Potrebna dobra i detaljna priprema učitelja (priprema gujavica, materijala i pribora za istraživačku nastavu).

Učenici koji su učili istraživačkim načinom učenja uz kolaboraciju pokazali su statistički bolje proceduralno i epistemičko znanje prilikom rješavanja radnih listića od učenika koji su učili istraživačkim načinom bez kolaboracije (Tablica 6).

Tablica 6 Rezultati t-testa i Boferroni post-hoc testa za vrste usvojenog znanja učenika pri rješavanju radnih listića

Vrste znanja pri rješavanju RL	Grupna statistika			Test homogenosti varijance (df = 2)		t-test za jednakost srednjih vrijednosti neovisnih uzoraka			Usporedba načina učenja	Bonferroni post-hoc test				
										Srednja razlika	SE	p	95% interval pouzdanosti	
	M	SD	Levene test	p	t	df	p	NE = 260 NK1 = 366	Donja granica				Gornja granica	
Proceduralno	E	5,29	0,64	160,63	0,000	18,86	587	0,000	E - K1	1,38	0,07	0,001	1,24	1,53
	K1	3,91	1,18											
Epistemičko	E	5,73	0,66	412,86	0,000	9,36	556	0,000	E - K1	0,78	0,08	0,001	0,62	0,95
	K1	4,95	1,39											

Proxscal MDS analiza vrste i razine znanja (Slika 3) ukazuje da se mogu izlučiti dvije eksterne varijable: *Razina povezivanja znanja pri odgovoru* (dimenzija 1) i *Vrsta znanja (teoretsko/primijenjeno) korišteno pri odgovoru* (dimenzija 2).



Slika Error! No text of specified style in document. MDS analiza vrste i razine znanja (ZS sadržajno znanja, ZP proceduralno znanje, ZE epistemičko znanje, V_KR viša kognitivna razina, N_KR niža kognitivna razina)

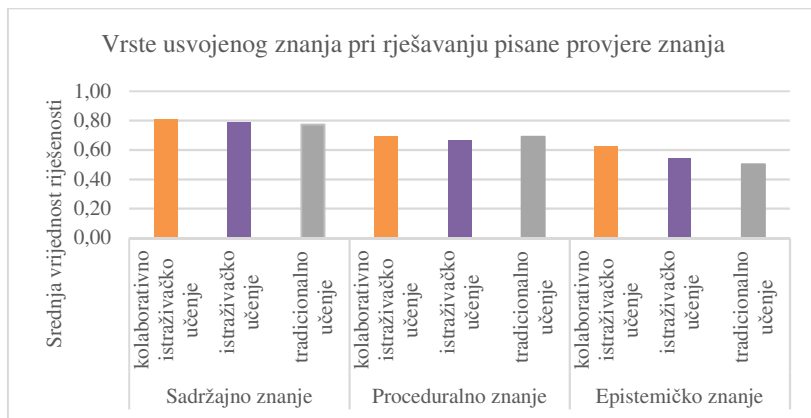
Mjere stresa (normalizirani sirovi stres i S-stres) su izvrsne prikladnosti (Tablica 7) i pokazuju da su provedene analize valjane te se poveznice mogu smatrati vjerodostojnima.

Tablica 7 Mjere stresa MDS analize kvalitete znanja

Mjere stresa	
Normalizirani sirovi stres	0,003
Stres-I	0,053 ^a
Stres-II	0,160 ^a
S-Stres	0,007 ^b
Obračunata disperzija (D.A.F.)	0,997
Tuckerov koeficijent podudarnosti	0,999
PROXSCAL minimizira normalizirani sirovi stres.	
a. Optimalni faktor skaliranja = 1,003.	
b. Optimalni faktor skaliranja = 0,992.	

Kao teoretska znanja niske razine povezivanja izdvajaju se sadržajno znanje (ZS) kao više teoretski potkrijepljeno i reproduktivno znanje (N_KR) niže situirano prema praktičnim znanjima. Nasuprot tome je visoko teoretsko znanje koje učenici koriste pri formuliranju epistemičkih odgovora (ZE) uz potrebnu veliku količinu povezivanja različitih znanja. Od primijenjenih znanja se izdvaja proceduralno znanje (ZP) koje je praktično znanje kojem je potrebna manja razina povezivanja znanja te znanje viših kognitivnih razina (V_KR) kojem je osim praktičnih znanja potreban i veći obim povezivanja znanja.

Prilikom rješavanja pisane provjere znanja učenici su bili najuspješniji u rješavanju zadataka koji su provjeravali sadržajno znanje ($M_E = 0,81$; $M_{K1} = 0,79$; $M_{K2} = 0,77$), a najslabiji u rješavanju zadataka koji su provjeravali epistemičko znanje ($M_E = 0,62$; $M_{K1} = 0,54$; $M_{K2} = 0,50$), (Slika 4). Učenici eksperimentalne skupine pokazali su najvišu razinu u obje vrste navedenih znanja. Što se tiče proceduralnog znanja, učenici koji su učili kolaborativnim učenjem i oni koji su učili tradicionalnim učenjem pokazali su istu razinu znanja dok su učenici koji su učili istraživačkim učenjem pokazali nešto malo slabiju razinu toga znanja ($M_E = 0,69$; $M_{K1} = 0,67$; $M_{K2} = 0,69$), (Slika 4).



Slika 4 Usporedba srednjih vrijednosti za vrste usvojenog znanja učenika prema načinu učenja

Učenici koji su učili kolaborativnim istraživačkim učenjem pokazali su statistički bolje sadržajno znanje na pisanoj provjeri znanja od učenika koji su učili tradicionalno, te podjednako sadržajno znanje kao i učenici koji su učili istraživačkim učenjem bez kolaboracije (Tablica 8).

Tablica 8 Rezultati t-testa i Bootstrap testa za vrste usvojenog znanja učenika pri rješavanju pisane provjere znanja

Vrsta znanja	NU NE = 327 NK1 = 321 NK2 = 307	M	SD	Usporedba načina učenja df _{E - K1} = 646 df _{E - K2} = 321 df _{K1 - K2} = 307	Levene test za jednakost varijanci		Neovisni test uzoraka		Srednja razlika	Bootstrap za nezavisne uzorke				
					F	p	t	p		Pristranost	SE	p	95% interval pouzdanosti	
Sadržajno znanje (S)	E	0,81	0,15	E - K1	1,703	0,192	1,549	0,122	0,019	0,00019	0,01	0,129	-0,006	0,046
	K1	0,79	0,17	E - K2	1,701	0,193	2,830	0,005	0,036	0,00026	0,01	0,003	0,011	0,062
	K2	0,77	0,17	K1 - K2	0,000	0,991	1,221	0,223	0,016	-0,00002	0,01	0,231	-0,011	0,041
Proceduralno znanje (P)	E	0,69	0,17	E - K1	0,592	0,442	1,812	0,071	0,023	-0,00031	0,01	0,065	-0,001	0,046
	K1	0,67	0,15	E - K2	5,033	0,025	0,016	0,987	0,000	0,00040	0,01	0,990	-0,026	0,028
	K2	0,69	0,19	K1 - K2	9,942	0,002	-1,644	0,101	-0,023	-0,00001	0,01	0,095	-0,048	0,006
Epistemičko znanje (E)	E	0,62	0,21	E - K1	0,073	0,787	4,727	0,000	0,080	0,00040	0,02	0,001	0,045	0,114
	K1	0,54	0,22	E - K2	0,055	0,814	6,820	0,000	0,119	0,00009	0,02	0,001	0,084	0,156
	K2	0,50	0,23	K1 - K2	0,000	0,987	2,211	0,027	0,039	-0,00020	0,02	0,037	0,002	0,076

Što se tiče proceduralnog znanja sve skupine učenika pokazale su jednako znanje (Tablica 8). Učenici koji su učili istraživačkim načinom uz kolaboraciju pokazali su statistički značajno bolje epistemičko znanje od kontrolnih skupina, dok je tradicionalna skupina učenika pokazala najlošije epistemičko znanje od svih (Tablica 8).

RASPRAVA

Učenici koji su učili kolaborativno pokazali su najbolje epistemičko znanje u provjeri znanja dok su učenici koji su učili tradicionalno pokazali najslabije epistemičko znanje u provjeri znanja. Učenici eksperimentalne skupine su pokazali i bolje epistemičko znanje prilikom rješavanja zadataka radnih listića od učenika koji su učili istraživački bez kolaboracije. U zadacima se od učenika tražilo da provedu istraživanja te na temelju opažanja izvedu zaključke i odgovore na pitanja. Razlika je bila jedino u uputama za izvedbu istraživanja. Kontrolna skupina dobila je jasne upute, a učenici eksperimentalne skupine su se morala međusobno dogovoriti o izvedbi što im je dalo priliku da više raspravljaju i argumentiraju. Samson i Clark (2009) tvrde kako argumentirana rasprava potiče konstruiranje epistemičkog znanja za razliku od provođenja rutinskih radnji koje ne zahtijevaju nikakvo preispitivanje od učenika. Berland i sur. (2015) daju primjer kada učenici koji razumiju zašto se određene varijable

trebaju kontrolirati bolje određuju te varijable od učenika koji su naučili identificirati varijable koje treba kontrolirati. Rješavanje složenih problema prilikom kolaborativnog učenja stvara radnu atmosferu koja učenike podupire u izgradnji epistemičkog znanja, jer zadatak ne rješavaju rutinski već su zajednički uključeni u njihovo rješavanje uz minimalno vodstvo učitelja (Berland i sur., 2015).

Učenici eksperimentalne skupine pokazali su bolje sadržajno znanje od učenika koji su učili tradicionalno. PISA rezultati hrvatskih učenika iz 2015 pokazuju kako se sadržajno znanje učenika može poboljšati ako se od učenika traži primjena znanstvene metodologije (Braš Roth i sur., 2017), što je najviše bilo primjenjivano u kolaborativnoj skupini. Howe i sur. (2011) zaključuju kako rad u grupi s učenicima koji imaju drukčija predznanja i različite ideje može pomoći učenicima da prevladaju svoje miskonceptije i pravilno usvoje prirodoslovne sadržaje.

Sve skupine su jednako usvojile proceduralno znanje. Objašnjenje takvog rezultata leži u činjenici da je kurikulumom određeno da se proceduralnom znanju posveti velika pažnja prilikom poučavanja. Eksperimentalna skupina i kontrolna skupina poučavane su istraživačkim učenjem gdje se svaka nastavna jedinica temeljila na osnovnim koracima znanstvenog istraživanja te su učenici mogli jako dobro uvježbati proceduralno znanje. Dobro vođenje učitelja prilikom tradicionalnog učenja uz primjenu pokusa, također je moglo utjecati na dobro usvajanje proceduralnog znanja. Rezultate podupire i istraživanje Rogoff (2009) koje objašnjava kako je za usvajanje proceduralnog znanja bitno dobro vođenje učitelja, dok su Howe i sur. (2011) došli do zaključka kako se proceduralno znanje može usvojiti i ako se učenike pusti da raspravljaju bez uplitanja nastavnika što je u skladu s primijenjenim kolaborativnim istraživačkim učenjem tijekom ovog istraživanja. Pokazalo se kako je i povjerenje bitno za izgradnju proceduralnog znanja (Gutić i sur., 2023), a učenici koji su učili kolaborativno iskazali su kako se oslanjaju na kolege iz razreda i zajedno rješavaju domaće zadaće te je logično da na taj način stječu povjerenje.

Rezultati radnih listića pokazali su kako su se razlike u znanju javile prilikom rješavanja zadataka koji su tražili proceduralno znanje i epistemičko znanje. Učenici koji razvijaju dobro proceduralno znanje imaju razvijeno i konceptualno znanje, a učenici koji nemaju razvijeno sadržajno znanje puno teže usvajaju proceduralno znanje (Euler, 2021). Teoretskom znanju niske razine povezivanja (sadržajno reproduktivno znanje) i proceduralnom praktičkom znanju potrebna je manja razina povezivanja. Nasuprot toga znanju viših kognitivnih razina je uz praktična znanja potreban i veći obim povezivanja, što posebno dolazi do izražaja kada učenici visoko teoretsko znanje koriste pri formuliranju epistemičkih odgovora uz potrebnu veliku količinu povezivanja različitih znanja. Istraživanja pokazuju da se znanje i vještine brže usvajaju kada učenici raspravljaju i dijele svoje znanje (Le i sur., 2018). Rasprava među učenicima dovodi do generiranja novih ideja i usvajanja konceptualnog razumijevanja (Howe i sur., 2011). U ovom istraživanju potvrđeno je da dijeljenje znanja među učenicima i rasprava potiču učenike da realiziraju svoje ideje te da uspješnije riješe zadatke koji od njih traže određene korake i objašnjenja.

ZAKLJUČAK

U provjeri znanja su učenici koji su učili kolaborativno pokazali najbolje epistemičko znanje, dok su učenici koji su učili tradicionalno pokazali najslabiju sposobnost argumentiranja odgovora. Učenici eksperimentalne skupine su pokazali i bolje epistemičko znanje prilikom rješavanja zadataka radnih listića od učenika koji su učili istraživački bez kolaboracije. U ovom istraživanju učenici sve tri skupine su dobro usvojile sadržajno teoretsko znanje niske razine povezivanja. Razlike u znanju javile prilikom

rješavanja zadataka koji su tražili proceduralno znanje i epistemičko znanje. U skladu s ishodima kurikula proceduralno praktičko znanje koje traži manju razinu povezivanja učenici usvajaju podjednako bez obzira na način poučavanja, ako ih učitelji dobro vode pri učenju uz praktične radove. Proceduralna i epistemička znanja viših kognitivnih razina uz praktična znanja traže i veći obim visoko teoretskog znanja uz potrebnu veliku količinu povezivanja različitih znanja za formuliranje argumentiranih odgovora.

METODIČKI ZNAČAJ

Istraživanje daje odgovor na pitanje ima li kolaborativno istraživačko učenje pozitivan utjecaj na učeničko ostvarivanje sadržajnog, epistemičkog i proceduralnog znanja. Rezultati istraživanja doprinose boljem razumijevanju istraživačkog kolaborativnog učenja i mogućnostima njegove implementacije u kurikulum nastavnog predmeta Prirode i poučavanja Biologije, potiču učitelje na češće korištenje kolaborativnog učenja u nastavi Prirode i Biologije u svrhu razvoja boljeg povezivanja različitih vrsta znanja, a time i razumijevanja te argumentiranja odgovora učenika.

LITERATURA

- Berland, L. K., Schwarz, C. V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S., Reiser, B. J. (2016). Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7), 1082–1112. <https://doi.org/10.1002/tea.21257>
- Borg, I., Groenen, P. (2005). *Modern Multidimensional Scaling: Theory and Applications* (Springer Series in Statistics). New York, Springer.
- Braš Roth, M., Markočić Dekanić, A., Markuš Sandrić, M. (2017). *PISA 2015: Prirodoslovne kompetencije za život*. Zagreb, NCVVO
- Chatterjee, R. & Correia, A.-P. (2019). Online Students' Attitudes Toward Collaborative Learning and Sense of Community. *American Journal of Distance Education*, 34, 1–16. <https://doi.org/10.1080/08923647.2020.1703479>
- Euler, M. (2021). The Mechanics of Creative Cognition: Orchestrating the Productive Interplay of Procedural and Conceptual Knowledge in STEM Education. *Proceedings of the Singapore National Academy of Science*, 15(2), 105–117. <https://doi.org/10.1142/S259172262140010X>
- GLOBE Hrvatska. (2010). *Priručnik za voditelje programa GLOBE, Priručnik za mjerenja*. Dostupno na: <https://globe.pomsk.hr/prirucnik.html>, preuzeto 9.5.2025.
- Goodyear, P., Markauskaite, L. (2019). The Impact of Practice on Wicked Problems and Unpredictable Futures. Retrieved March 12, 2024, from https://doi.org/10.1163/9789004400795_004
- Gutić, T., Stević, F., Labak, I. (2023). Vršnjačko poučavanje kao podrška u uporabi konceptualne mape u online samostalnom učenju. *Educatio biologiae*, 9, 8–17. <https://doi.org/10.32633/eb.9.2>
- Howe, C., Tolmie, A., Rodgers, C. (2011). The acquisition of conceptual knowledge in science by primary school children: Group interaction and the understanding of motion down an incline. *British Journal of Developmental Psychology*, 10, 113–130. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1992.tb00566.x>
- Kind, P., Osborne, J. (2017). Styles of scientific reasoning: A cultural rationale for science education? *Science Education*, 101(1), 8–31. <https://doi.org/10.1002/sce.21251>
- Le, H., Janssen, J., Wubbels, T. (2018). Collaborative learning practices: Teacher and student perceived obstacles to effective student collaboration. *Cambridge Journal of Education*, 48(1), 103–122. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2016.1259389>
- Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D. (2013). Konceptualni pristup poučavanju uz definiranje makrokonceptnog okvira za biologiju. *Život i škola: Časopis Za Teoriju i Praksu Odgoja i Obrazovanja*, 59(30), 156–170.
- OECD. (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do - Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*. Dostupno na: https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2009-results-what-students-know-and-can-do_9789264091450-en, preuzeto 13.6.2024.
- OECD. (2017). *PISA for Development and the Sustainable Development Goals, PISA for Development Brief 17*. Dostupno na: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-for-development/17-PISA-D-and-SDG4.pdf>, preuzeto 12.3.2024.
- Osborne, J., Rafanelli, S., Kind, P. (2018). Toward a more coherent model for science education than the crosscutting concepts of the next generation science standards: The affordances of styles of reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(7), 962–981. <https://doi.org/10.1002/tea.21460>
- Program GLOBE – Hrvatska. (2020). *Upute za provedbu. Program GLOBE – Hrvatska*. Dostupno na: <http://globe.hr/upute-za-provedbu/>, preuzeto 12.3.2024.
- Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Ristić Dedić, Z., Jokić, B., Sertić Perić, M. (2016). Understanding of photosynthesis concepts related to students' age. *ESERA Conference, Helsinki, Finska*.

- Rittle-Johnson, B., Siegler, R. S., Alibali, M. W. (2001). Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: An iterative process. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 346–362. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.2.346>
- Rogoff, B. (2009). *Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development in Social Context*. Englewood Cliffs, NJ: Oxford University Press.
- Sampson, V., Clark, D. (2009). The Impact of Collaboration on the Outcomes of Scientific Argumentation. *Science Education*, 93, 448–484. <https://doi.org/10.1002/sce.20306>
- Zetterqvist, A., Bach, F. (2023). Epistemic knowledge – a vital part of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 45(6), 484–501. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2166372>

The effect of research collaborative learning on fifth graders' content, procedural, and epistemic knowledge

Marina Balažinec¹, Ines Radanović²

¹3rd primary school Varaždin, Trg Ivana Perkovca 35, Varaždin ;

marina.barisic13@gmail.com

² University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Zagreb, Croatia

ABSTRACT

This study investigated the effects of collaborative learning, research learning, and traditional learning through experiments on the conceptual, procedural, and epistemic knowledge of 11-year-old students in a Science class. The research was conducted with a sample of 1340 fifth-grade students from across Croatia. The experimental group comprised students who learned through research collaborative learning, and their learning was compared with that of students who learned through standard research learning and those taught traditionally with experiments. A teacher's manual, seven worksheets and a knowledge assessment were developed for the study. This study found that all three groups had a solid grasp of content-based theoretical knowledge, where the connections among the concepts were weak. However, differences emerged when students tackled tasks that required procedural and epistemic knowledge. Regarding procedural knowledge, all three groups showed an equal level of knowledge. According to the curriculum results, students acquire procedural practical knowledge—which demands a lower level of connection—equally well, regardless of the teaching method, provided that teachers effectively guide them during practical work. In contrast, higher-level procedural and epistemic knowledge, in addition to practical skills, necessitates a more extensive theoretical foundation and a greater ability to connect different pieces of knowledge to formulate reasoned answers. The results showed that research collaborative learning had the strongest effect on epistemic and conceptual knowledge. Students in the collaborative research group demonstrated a better understanding of epistemic knowledge while working on worksheet tasks compared to those who researched without collaboration. The results suggest that argumentative discussion with minimal teacher guidance, as practised by students in collaborative inquiry learning, promotes the acquisition of epistemic knowledge.

Keywords: *scientific literacy; group learning; types of knowledge*