

EFEKTI RAZLIČITIH METODA POUČAVANJA NA USVAJANJE GRADIVA IZ MATEMATIKE KOD UČENIKA ČETVRTIH RAZREDA OSNOVNE ŠKOLE

LJILJANA ZEKANOVIĆ-KORONA
ANITA PEDISIĆ
Filozofski fakultet u Zadru
Faculty of Philosophy in Zadar

UDK/UDC: 371.3::51
Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Primljeno
: 1999-11-18
Received

Polazeći od principa racionalne organizacije učenja, ovim se ispitivanjem pokušao utvrditi efekt programiranog poučavanja matematike uz pomoć računala.

Ispitivanje je provedeno u ožujku 1999. na uzorku od 87 učenika četiri četvrta razreda OŠ "Šime Budinića" u Zadru.

Primijenjen je test iz matematike (I) kojim se ispitao nivo usvojenog gradiva iz ovog predmeta. Učenici su testirani i Ravenovim progresivnim matricama u boji kojima se ispituje sposobnost logičkog zaključivanja kod djece. Također su prikupljeni podaci i o općem uspjehu i uspjehu iz matematike na polugodištu.

Standardnim modelom regresijske analize, u kojem su rezultati testa iz matematike i rezultati iz Ravenovih matrica tretirani kao prediktor varijable, a opći uspjeh, odnosno, uspjeh na polugodištu iz matematike kao kriterijske varijable, utvrđeno je da je jedino rezultat testa iz matematike značajni prediktor kriterijskih varijabli. Zato su prema ostvarenim rezultatima u testu iz matematike učenici unutar svoga razreda svrstani u eksperimentalnu (E), odnosno, kontrolnu (K) skupinu (četiri E i četiri K skupine).

Eksperimentalne skupine učenika učile su jednu nastavnu cjelinu iz matematike (u trajanju od četiri školska sata) pomoću programiranog materijala na računalu (N=43), a kontrolne skupine učenika učile su na tradicionalan način "uz učiteljicu, ploču i kredu" (N=44).

Razina usvojenog znanja iz ove nastavne jedinice kod učenika E i K skupina ispitana je pomoću drugog testa iz matematike (2). Rezultati su pokazali da nema statistički značajne razlike u količini usvojenog gradiva između eksperimentalnih i kontrolnih skupina učenika. Programirana, kao i tradicionalna nastava, u ovom se istraživanju pokazala podjednako efikasnom.

KLJUČNE RIJEČI: programirano učenje, matematika, nastava, računalo

Uvod

Informatika može biti poučna igračka, ali i sredstvo upoznavanja s drugim sadržajima.

Bilo da se radi o prirodoslovno-tehničkim ili društveno-humanističkim predmetima, informatika se pojavljuje kao odgovarajuće nastavno sredstvo.

Počeci primjene računala u nastavi kod nas datiraju od prije 35 godina kada je u Zagrebu otvorena prva elektronička učionica (prema Potaček, 1999). Osnivanjem MMC-a - multimedijskog nastavnog infonnatičkog centra u nas, započela su i prva istraživanja praktičkih mogućnosti nastave pomoću kompjutera u nizu školskih predmeta (strani jezici, fizika, matematika i dr.).

Programirana nastava proizlazi iz zahtjeva suvremenog društva gdje se od čovjeka zahtijeva veliko znanje, što znači da treba razviti takav nastavni proces koji učenicima nudi veliku količinu informacija, ali u što kraćem vremenu. Programiranom nastavom smanjuje se vrijeme potrebno za učenje (prema Smither, 1994). U osnovici, programirano učenje predstavlja takav postupak učenja u kojem su sadržaji učenja podijeljeni na manje suvisle dijelove koji se zatim sukcesivno usvajaju. Pri tome, svako usvajanje prethodnog dijela u nizu olakšava razumijevanje i usvajanje dijela koji mu slijedi (dijelovi sve veće težine ili kompleksnosti). Pri reprodukciji sadržaja usvojenog dijela neke cjeline slijedi informacija o ispravnosti odgovora. Teorijsku i praktičnu primjenu, dakle, programirano učenje pronalazi u Skinnerovoj koncepciji instrumentalnog uvjetovanja s načelom potkrepljenja. Povratna informacija o ispravnom rješenju nekog zadatka predstavlja pozitivno potkrepljenje za učenika.

U tradicionalnom obliku nastave bitno je koliko dobro učitelj poučava, dok programirana nastava ne zahtijeva interakciju s učiteljem (prema Smither, 1994). U tradicionalnoj nastavi, nadalje, manjkaju povratne informacije o usvojenosti dijelova gradiva, dok se u programiranoj nastavi povratna informacija dobiva nakon svakog koraka. Računalo služi i učitelju kao izvor povratnih informacija o uspjehu učenika u savladavanju gradiva. Također je

moгуće saznati vrstu pogrešaka koje učenik čini pa ga se može uputiti na prethodni korak koji treba bolje usvojiti. Korisna informacija je i broj ponavljanja zadatka, a u nekim slučajevima i brzina rješavanja određenih zadataka.

Bitna značajka programirane nastave, a koja je razlikuje od tradicionalne, ogleda se u tome da učenici usvajaju sadržaje onim tempom koji im najviše odgovara. Nastavno gradivo i količina vježbi za ponavljanje može se usuglasiti s uspješnošću koju učenik izražava na svakom koraku. Na taj se način sporiji učenik postupno dovodi do zadovoljavajućeg stupnja znanja, a brži učenik, kad u skladu sa svojim sposobnostima dostigne zadovoljavajući stupanj znanja, može, ako želi, prijeći na složeniji materijal (prema Zekanović, 1989).

Značajka programirane nastave je i povećanje intelektualne aktivnosti subjekta koji uči, a potiče i razvoj individualnih oblika učenja i samokontrole.

Kompjuterski potpomognuto poučavanje (engl. "CAI - Computer Assisted Instruction") pruža mogućnost procjene znanja i prelaska na nivo znanja koji odgovara razini znanja pojedinog učenika. Fletcherflinn i Gravatt (1995) su izvršili meta-analizu radova u kojima se izvješćuje o efikasnosti "CAI" metode. Pokazalo se da studije koje su kontrolirale varijablu koja se odnosila na učitelja i varijablu (različitih) materijala i studije koje su bile dužeg trajanja, kao i studije koje su koristile papir-olovka ekvivalente "CAI" metode - nisu pokazale prednost u terminima učenja u usporedbi sa tradicionalnim oblicima poučavanja.

Valja kazati da postoje određena ograničenja vezana za uporabu računala u programiranoj nastavi. Naime, nije svaki nastavni predmet pogodan za programiranje. Osim toga, slično kao i kod tradicionalne nastave, učenika se do cilja najčešće vodi najkraćim putem. Učenik se, međutim, prilikom razrade dijelova gradiva može udaljavati od cilja i "lutanjima" ipak stići do istog. Međutim, program koji bi mogao obuhvatiti sva ta odstupanja (tj. da sadrži različite mogućnosti rješavanja nekog zadatka ili problema) - bio bi preopsežan.

S korištenjem računala u programiranoj nastavi, dakle, ne treba pretjerivati. Potrebno je pronaći odgovarajuće gradivo (ponekad će biti bolje dio gradiva iz nekog školskog predmeta poučavati na drugi način) koje se može programirati, tj. na kojem se može izvesti programirana nastava. Područja u kojima se manifestiraju logička struktura, međusobno zavisne činjenice i pravilnost, kao i zasebne zatvorene cjeline, predstavljaju ona područja koja se mogu inkorporirati u programiranu nastavu.

Naravno, uporaba računala u nastavi može biti puno raznolikija. Tako računalo možemo koristiti kao nositelja multimedijskog nastavnog sredstva.

Zahvaljujući visokoj rezoluciji kompjutorske grafike i animacije, informacije se mogu prezentirati u obliku pokretne slike na ekranu u dvije ili tri dimenzije, uz zvučnu podlogu. Multimedijaska sredstva mogu olakšati rad i motivirati učenike u postizanju boljih rezultata.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi efekt programirane, nasuprot tradicionalne nastave, na usvojenost gradiva jedne nastavne cjeline iz matematike.

Metodologija

Ispitanici

Ispitivanje je provedeno na 87 učenika iz četiri IV. razreda OŠ "Šime Budinića" u Zadru. Uzorak su sačinjavale 34 učenice (39% uzorka) i 53 učenika (61% uzorka) prosječne dobi od 10,5 godina.

Instrumentarij

Ravenove progresivne matrice u boji sastoje se od 36 zadataka sa po 12 zadataka u tri serije. U svakoj seriji zadaci su poredani po težini od najlakšeg do najtežeg. Za testiranje je potrebno odvojili oko sat i pol vremena, iako većina djece dovršava rješavanje testa za oko 45 minuta (prema Raven i sur., 1994).

Ovim se testom ispituje sposobnost logičkog zaključivanja kod djece. Mjeri onu komponentu "g"-faktora koju je Spearman nazvao "eduktivnom" sposobnošću (sposobnost uviđanja).

Test iz matematike (1) sastavljen je od zadataka kojima se ispituje usvojenost do tada poučavanog gradiva iz matematike. Maksimalni rezultat u ovom testu iznosi 36 bodova. Test je sastavila prvonavedena autorica ovog rada.

Test iz matematike (2) sastavljen je od zadataka kojima se ispituje usvojenost gradiva jedne nastavne cjeline obrađene putem programirane, odnosno, tradicionalne nastave matematike (računske operacije zbrajanja, oduzimanja, množenja i dijeljenja brojeva do milijun). Maksimalan rezultat je 17 bodova. Ovo je jedan od standardnih testova koji učitelji koriste u provjeri znanja pojedinih nastavnih cjelina iz matematike (tzv. "listići").

Kompjutorski program - programirana nastavna cjelina iz matematike (računske operacije zbrajanja, oduzimanja, množenja i dijeljenja brojeva do milijun).

Postupak

U ispitivanju je izvršeno grupno testiranje (po 10 učenika) Ravenovim progresivnim matricama u boji. Također je provedeno grupno ispitivanje znanja iz matematike (test iz matematike (1)). Uvidom u dokumentaciju dobiveni su i podaci o općem uspjehu i uspjehu iz matematike na polugodištu. Na temelju rezultata testa iz matematike (1) koji se pokazao značajnim prediktorom školskog uspjeha, u svakom su razredu formirane dvije grupe. Eksperimentalna je grupa učila putem programirane nastave na računalima (svaki učenik radio je na zasebnom računalu u grupi od oko 10 učenika). Kontrolna je skupina poučavana na tradicionalan način s učiteljicom kao nosiocem nastave. Obje su skupine u trajanju od četiri školska sata (po školskom rasporedu) učile istu nastavnu cjelinu. Tijekom prvog sljedećeg školskog sata iz matematike, učenici su testirani testom iz matematike (2) kojim se provjeravala usvojenost gradiva obrađene nastavne cjeline.

Rezultati i rasprava

Tablica 1. *Prikaz nekih statističkih parametara varijabli općeg i uspjeha iz matematike na polugodištu kod učenika četvrtih razreda*

VARIJABLE	RAZRED*	N	TEORIJ. RASPON	DOBIV. RASPON	ARITM. SREDINA	STAND. DEVIJ.
OPĆI USPJEH	4 ₁	20	1-5	3-5	4.45	.69
	4 ₂	23	1-5	1-5	4.0	1.0
	4 ₃	21	1-5	1-5	3.64	1.56
	4 ₄	22	1-5	1-5	4.14	1.17
USPJEH IZ MAT.	4 ₁	20	1-5	2-5	3.75	1.02
	4 ₂	23	1-5	2-5	3.83	.82
	4 ₃	21	1-5	1-5	3.48	1.17
	4 ₄	22	1-5	2-5	3.91	5.09

* 4₁, 4₂, 4₃, 4₄ - četvrti razredi

Tablica 2. *Prikaz nekih statističkih parametara rezultata Ravenovih progresivnih matrica, testa iz matematike (1) i testa iz matematike (2) kod učenika četvrtih razreda*

VARIJABLE	RAZRED	N	TEORIJ. RASPON	DOBIV. RASPON	ARITM. SREDINA	STAND. DEVIJ.
RAVENOVE MATRICE	4 ₁	21		22-35	29.85	3.94
	4 ₂	23		19-36	29.09	4.83
	4 ₃	21		14-36	28.33	5.65
	4 ₄	22		16-35	27.95	5.09
MAT1	4 ₁	21	0-36	2-33	24.33	7.14
	4 ₂	23	0-36	1-34	21.31	7.97
	4 ₃	21	0-36	4-36	26.05	9.44
	4 ₄	22	0-36	5-34	22.50	8.55
MAT2	4 ₁	21	0-17	8-17	14.43	2.48
	4 ₂	23	0-17	7-17	13.17	2.72
	4 ₃	21	0-17	7-17	13.29	2.98
	4 ₄	22	0-17	8-17	14.80	2.60

Iz rezultata deskriptivne statistike prikazanih u Tablicama 1 i 2 vidljivo je da učenici četvrtih razreda na polugodištu prosječno ostvaruju vrlo dobar školski uspjeh, kao što prosječno ostvaruju dobar - vrlo dobar uspjeh iz matematike. Također se može uočiti da je kod testa iz matematike (MAT2) primijenjenog u svrhu provjere usvojenosti nastavne cjeline poučavane putem programirane nastave (odnosno, tradicionalne nastave), raspon rezultata pomaknut prema većim vrijednostima tj. da distribucija rezultata ima obilježje negativne asimetričnosti. Nasuprot tome, u testu kojim se ispitivala razina usvojenosti dotadašnjeg gradiva (MAT1) dobiven je veći raspon vrijednosti rezultata.

U svrhu dodjeljivanja učenika u eksperimentalnu ili kontrolnu grupu, za svaki je razred napravljena regresijska analiza sa školskim uspjehom iz matematike (na polugodištu) kao kriterijskom varijablom, a rezultatima testa iz matematike (1) i rezultatima Ravenovih matrica kao prediktor varijablama. Da su se obje varijable pokazale značajnim prediktorom školskog uspjeha,

sumirale bi se ponderirane vrijednosti dviju varijabli, a na temelju tako konstruiranog rezultata formirale bi se E i K skupine.

Tablica 3. *Prikaz rezultata regresijskih analiza (standardni model) sa školskim uspjehom iz matematike kao kriterijskom varijablom*

Razred	Prediktori	BETA	T	p	
4 ₁ (N=20)	MAT1 R	.682 -.12	3.03 -.52	.008 .609	R=.626 R ² =.392 F(2,17)=5.48 p=.015
4 ₂ (N=23)	MAT1 R	.574 .154	3.17 .85	.005 .406	R=.638 R ² =.408 F(2,20)=6.88 p=.005
4 ₃ (N=21)	MAT1 R	.773 .084	5.15 .56	.000 .582	R=.810 R ² =.656 F(2,18)=17.14 p=.000
4 ₄ (N=22)	MAT1 R	.745 .180	5.28 1.27	.000 .219	R=.857 R ² =.734 F(2,19)=26.18 p=.000

* MAT1 - rezultat u testu iz matematike (1)

R - rezultat u Ravenovim progresivnim matricama u boji

Međutim, kao što se može vidjeti iz prikaza rezultata u Tablici 3, kod učenika sva četiri četvrta razreda jedino se rezultat testa iz matematike (1) pokazao značajnim prediktorom školskog uspjeha iz matematike. S obzirom na rezultat u toj varijabli, dakle, formirane su E i K skupine učenika. Prvi po rangu išao je u eksperimentalnu, drugi u kontrolnu skupinu (odnosno, treći u kontrolnu, četvrti u eksperimentalnu) i tako redom. Rezultat u testu iz matematike (1) također je bio jedini značajni prediktor kada se kao kriterijska varijabla uzeo opći školski uspjeh (zbog redundantnosti ti rezultati neće ovdje biti prikazani).

Da bi se provjerilo razlikuju li se četvrti razredi međusobno te da li se razlikuju eksperimentalne i kontrolne skupine učenika u rezultatu iz testa iz matematike (1) i rezultatu u Ravenovim matricama, provedene su dvosmjernje ANOVE.

Tablica 4. *Rezultati dvosmjerne ANOVE s rezultatom u Ravenovim progresivnim matricama kao zavisnom varijablom (N=86)*

Efekti	df	F	P
četvrti razredi (1)	3/78	.595	.620
eksperimentalna / kontrolna skupina (2)	1/78	.000	.979
četvrti razredi x eksper. / kontr. skupina (1x2)	3/78	.607	.613

Tablica 5. *Rezultati dvosmjerne ANOVE s rezultatom u prvom testu iz matematike kao zavisnom varijablom (N=87)*

Efekti	df	F	P
četvrti razredi (1)	3/79	1.09	.358
eksperimentalna / kontrolna skupina (2)	1/79	.030	.863
četvrti razredi x eksper. / kontr. skupina (1x2)	3/79	.441	.725

Rezultati analiza varijance potvrđuju da su eksperimentalne i kontrolne skupine dobro ujednačene barem što se tiče rezultata ovih varijabli (E i K skupine ne razlikuju se niti po općem uspjehu, odnosno, uspjehu iz matematike na polugodištu). Zato je i matrica korelacija ispitivanih varijabli rađena na ukupnom uzorku od N=86 učenika (za jednog učenika nedostajali su rezultati u nekim varijablama).

Tablica 6. *Korelacijska matrica ispitivanih varijabli na ukupnom uzorku učenika četvrtih razreda (N=86)*

VARIJABLE	1	2	3	4	5
MAT1	-	.56	.42	.68	.67
MAT2		-	.26	.63	.60
RPM			-	.39	.39
OPĆIUSP				-	.80
MATUSP					-

MAT1 - rezultat u testu iz matematike (1)

MAT2 - rezultat u testu iz matematike (2)

RPM - rezultat u testu Ravenovih progresivnih matrica u boji

OPĆIUSP - opći školski uspjeh (na polugodištu)

MATUSP - uspjeh iz matematike (na polugodištu)

* $r = .212$; $p < 0.05$

$r = .276$; $p < 0.01$

Iz matrice korelacija može se uočiti da su svi koeficijenti korelacije statistički značajni. Test iz matematike (2) pokazuje nisku (iako značajnu) korelaciju s rezultatima u Ravenovim matricama. Taj test pokazuje manji varijabilitet rezultata u usporedbi s testom iz matematike (1). Koeficijenti varijabilnosti za test (1) iznose: 29.4, 37.4, 36.3 i 38.0 kod pojedinih četvrtih razreda, a za test (2) dobivene su sljedeće vrijednosti: 17.2, 20.7, 22.4 i 17.6 (%). K tome, sadržaj zadataka testa (2) odnosio se na gradivo jedne netom prijedene nastavne cjeline, za razliku od testa (1) koji je sadržavao zadatke iz većeg broja do tada obrađenih cjelina iz matematike. Manji varijabilitet rezultata i veća specifičnost testa (2) mogli su, dakle, djelovati u smjeru atenuacije koeficijenta korelacije. Također se može uočiti da je koeficijent korelacije rezultata u Ravenovim matricama i općeg uspjeha, odnosno školskog uspjeha iz matematike statistički značajan ($r=.39$). Međutim, rezultat u Ravenovim matricama nije značajan prediktor općeg uspjeha i uspjeha u matematici na polugodištu (već rezultat testa iz matematike (1)), što bi se moglo objasniti visokom međusobnom korelacijom prediktora ($r=.42$ između rezultata u Ravenovim progresivnim matricama i testa iz matematike (1)). Konačno, postoji li razlika u usvojenom gradivu iz nove nastavne cjeline matematike kod učenika koji su učili putem programirane, odnosno tradicionalne nastave?

Tablica 7. *Rezultati dvosmjerne ANOVE s rezultatom u drugom testu iz matematike kao zavisnom varijablom (N=87)*

Efekti	df	F	P
četvrti razredi (1)	3/79	1.95	.128
eksperimentalna / kontrolna skupina (2)	1/79	.440	.509
četvrti razredi x eksper. / kontr. skupina (1x2)	3/79	.402	.752

Rezultati dvosmjerne ANOVE pokazali su da nema značajne razlike između E i K skupina u usvojenosti novog gradiva iz matematike. Također se četvrti razredi međusobno ne razlikuju, niti postoji interakcija između eksperimentalnih grupa i četvrtih razreda. Rezultati ovog istraživanja pokazuju, dakle, da su učenici podjednako uspješno svladali gradivo nastavne cjeline iz matematike putem programirane kao i putem tradicionalne nastave. Međutim, valja kazati da je usvojenost podučavane nastavne cjeline provjeravana upotrebom samo jednog testa iz matematike. Taj je test jedan od standardnih (tzv. "listići") kojima se provjerava usvojenost određene nastavne

cjeline. Ovaj test iz matematike koji je korišten kao kriterij za utvrđivanje efekata programirane nasuprot tradicionalne nastave pokazao se nedovoljno osjetljivim, tj. prelaganim, budući da je vidljiv pomak rezultata ka većim vrijednostima i mali varijabilitet rezultata. Proporcije uspješnosti (prosječni rezultat izražen kao proporcija maksimalno mogućeg) iznose: 0.86, 0.81, 0.80 i 0.86 za eksperimentalne skupine pojedinih četvrtih razreda, te 0.84, 0.74, 0.76 i 0.89 za kontrolne skupine istih.

U sljedećim bi istraživanjima bilo uputno pomnije odabrati kriterijsku varijablu kao osjetljiviju mjeru efekata programiranog, odnosno tradicionalnog načina poučavanja.

Nadalje, valjalo bi razlučiti efekt programirane nastave na brzinu usvajanja određenog gradiva, s jedne, i na postignuće, s druge strane. Izgleda da se programiranom nastavom brže usvaja gradivo (racionalna organizacija učenja), pri čemu ne mora postojati razlika u samom postignuću. Dossett i Hulvershorn (1983) su ispitivali efekt tzv. "kompjutorski potpomognute poduke" (engl. "CAI") nasuprot tradicionalnom poučavanju na jednom uzorku zaposlenih. Pokazalo se da, iako se obje grupe nisu međusobno značajno razlikovale u postignuću, grupa koja je imala programiranu poduku prije je završila obuku. I Smither (1994) navodi da je programirana nastava efikasna u skraćivanju vremena potrebnog za usvajanje određenih sadržaja učenja. Također, rezultati već spomenute meta-analize Fletcherflinna i Gravatta (1995) pokazuju da, kada je istraživanje dužeg trajanja, ne pokazuju se razlike između programirane i tradicionalne nastave.

Kao ograničenje ovog istraživanja valja istaknuti činjenicu da je eksperimentator koordinirao rad u programiranoj nastavi a učiteljice su poučavale samo tradicionalnom metodom. Drugim riječima, budući da je jedna osoba radila samo s eksperimentalnom, a druge (učiteljice u pojedinim razredima) samo s kontrolnom skupinom, to je moglo ugroziti valjanost rezultata. Nužno je djelovati u pravcu osposobljavanja učitelja za koordinaciju rada na računalima. Također, budući da su učenici bili prvi put suočeni s ovakvom organizacijom poduke (polu razreda u jednoj, a druga polovina u drugoj skupini), moguće je da su učenici bili posebno senzibilizirani na utjecaje i jedne i druge vrste poduke.

Na kraju treba spomenuti da je, nakon što je od učenika eksperimentalne skupine (koja je učila putem programirane nastave) zatraženo da kratko zapišu dojmove o ovakvom načinu učenja, preko 90% učenika izrazilo pozitivan stav prema programiranoj nastavi. Ovo se najvjerojatnije može objasniti efektom novosti za učenike, što je bilo pozdravljeno kao dobrodošla promjena nastavne metode.

U zaključku valja reći da se nisu pokazale značajne razlike u iskazanom znanju iz jedne nastavne cjeline iz matematike između skupine učenika koja je učila putem programirane i učenika koji su učili putem tradicionalne nastave, tj. rezultati ne ukazuju na prednost jednog oblika nastave nad drugim. Uvođenje programiranih nastavnih jedinica trebalo bi eventualno zastupati u slučajevima kada je potrebno brže svladavanje gradiva ili podizanje motivacije učenika "zasićenih" tradicionalnim oblicima nastave.

Literatura

- DOSSETT, D. L. & HULVERSHORN (1983): Increasing technical training efficiency: Peer training via computer-assisted instruction, *Journal of Applied Psychology*, 64, 291-298.
- FLETCHERFLINN, C.M. & GRAVATT, B. (1995): The efficacy of computer assisted instruction (CAI) - a meta-analysis, *Journal of Educational Computing Research*, 12(3), 219-242.
- POTAČEK, K. (1999): Primjena informacijske tehnologije u nastavi matematike, *XXII Međunarodni skup MIPRO 99*, Opatija.
- RAVEN, J.C., COURT, J.H. i RAVEN, J. (1994): *Priručnik za obojene progresivne matrice*, Jastrebarsko, Naklada Slap.
- SMITHER, R.D. (1994): *The psychology of work and human performance*, Harper Collins College Publishers, 153-155.
- ZEKANOVIĆ, Lj. (1989): *Jednadžbe i nejednadžbe u programiranoj nastavi matematike*, Diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu.

Ljiljana Zekanović-Korona, Anita Pedisić: THE EFFECTS
OF DIFFERENT TEACHING METHODS ON THE ACQUISITION
OF MATHEMATICAL SUBJECT MATTER AMONGST
FOURTH YEAR ELEMENTARY SCHOOL PUPILS

S u m m a r y

Proceeding from the principle of the rational organisation of learning, the investigation attempted to establish the effect of programmed teaching of mathematics with the help of computers.

The investigation was carried out in March 1999 amongst 87 pupils attending the fourth grade in the "Šime Budinić" elementary school in Zadar.

A test (1) which examined the level of acquired knowledge from math was applied. The pupils were also tested with Raven's progressive coloured matrices which examine the children's ability to draw logical conclusions. General grades and grades from math at the end of the first semester were also collected.

Using a model of regressive analysis where the test results from mathematics and the results of Raven's matrices were treated as predictor variables and general grades and the semester grade from mathematics as criterion variables it was established that only the result of the math test was a significant predictor of criterion variables. This is why according to the results of the math test the pupils in the classroom were assigned to the experimental (E) and the control (C) group (four E and four C groups) respectively.

The experimental groups was taught a lesson from mathematics (during four school classes) with the help of programmed material on the computer (N=43) while the control pupils were taught in the traditional manner "by their teacher using chalk and a blackboard".

The level of acquired knowledge from the assigned lesson amongst pupils in group E and C was examined by another math test. The results show that there is no statistical significant difference in the quantity of acquired knowledge between the experimental and control group of pupils. The investigation showed that both programmed and traditional teaching are equally effective.

KEY WORDS: programmed learning, mathematics, teaching, computer