ISSN 1986–518X *ISTRAŽIVANJE MATEMATIČKOG OBRAZOVANJA*

Vol. III (2011), Broj 4, 17–22
Stručni rad

Korištenje matematičkog modelovanja otvorenih zadataka pri istraživanju matematičkog obrazovanja[1]

Vanja Marković[2]

Sažetak: Osnovni cilj ovog članka je da se razmotre prednosti, nedostaci i teškoće u pokušajima primene „otvorenih zadataka“ unutar tehnologije matematičkog modelovanja pri obrazovanju nastavnika. U tom cilju, prvo, treba determinisati termin ’matematičko modelovanje’. Jedan način da se definiše matematičko modelovanje je kao učenje u sredini u kojoj su učenici pozvani da istraže stvarne situacije pomoću matematike (Barbosa, 2003, 2006b). Koncept se odnosi na granice između onoga što se shvata kao modeliranje aktivnosti i drugih aktivnosti za školsku matematiku.

Klučne riječi i fraze: *matematičko modelovanje*, *zadaci otvorenog tipa*

Abstract. The main aim of this article, according by avaliable literature, is to discuss the advantages, the drawbacks and the difficulties in making an attempt to implement ‘open problems’ and mathematical modelling through in-service teacher education program. This is my term paper within undergrounde course ‘Didactic of mathematical modeling’.

Key words and phrases: *mathematical modelling*, *open problem*
Math. Subj.Classification (2010): 97M20
ZDM Subject Classification (2010): D10, M20

1. Uvod

Ovim seminarskim radom predstavljena je jedna sublimacija informacija (preuzetih iz dostupne literature) o istraživanju modelovanja učenika osnovne škole. Cilj rada je bio sagledati procese modeliranja koje učenici koriste u aktivnostima modeliranja, i saznati kako se učeničke sposobnosti modeliranja mijenjaju tokom vremena. U skladu sa savremenim istraživanjima matematičkog obrazovanja ([1]-[4], [6], [7], [9], [13], [15], [18], [20], [21]) analizirani su neki tekstovi ([2], [7], [8] i [10]) u cilju sagledavanja problemaktike modelovanja nastave matematike u osnovnoj školi. Sem toga prostudirani su neki od članaka (na primjer, članci [5], [11], [12] i [16]) koji se odnose na problematiku otvorenih zadataka. Glavni cilj sagledavanja dostupne literature je bolje razumevanje elemenata matematičkog mišljenja koje bi trebalo razvijati kod učenika nižih razreda osnovne škole (vidjeti, na primjer, članke [14] i [16]). Čini nam se da bi sledeće rečenice mogle biti zaključci do kojih smo došli analizirajući materijale navedene u literaturi kao podloga za ovaj seminarski rad:

- Učenici mogu poboljšali svoje modele kroz niz aktivnosti modeliranja;
- Niz faktora, kao što su starosna dob učenika, odnosno razred koji pohađaju, zatim ranije iskustvo u ovakvim aktivnostima, te sama njihova sposobnost modeliranja, uticali su na procese koje su oni koristili u svom radu;
- Učestvovanje u programu je imalo značajan uticaj na učeničke sposobnosti modeliranja;
- I, na kraju, istraživanja preporučuju korištenje jednog troslojnog teoretskog modela za proučavanje ponašanja učeničkog modeliranja, koji bi mogao imati uticaja na podučavanje i učenje rešavanja matematičkih problema.

---

[1] Tekst predstavlja preuređen seminarski rad koji sam radila u okvirima predmeta „Metodika matematičkog modelovanja“ dodiplomskih studija na Pedagoškom fakultetu u Bijeljini školske 2010/11 godine.

[2] Pedagoški fakultet Bijeljina, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, 76300 Bijeljina, Semberskih ratara bb., Bosna i Hercegovina, e-mail: vanja.m88@gmail.com

2. Kolika je važnost uvođenja matematičkog modelovanja u osnovne škole?

Veliki broj istraživanja je ukazao na važnost uvođenja aktivnosti modeliranja u osnovne škole (English, 2006; English & Watters, 2005). Ovo je važno, ne samo zato što su učenici već u osnovnoj školi sposobni izvoditi aktivnosti modeliranja, nego i zato što modeliranje mora biti ranije uvršteno u kurikulume, ako se želi uspešno provesti modeliranje na svim nivoima školovanja (Blum & Niss, 1991; Doerr & English, 2003).

Modeliranje se od tradicionalnog načina rešavanja problema razlikuje u dve stvari:

- Prvo, u rešavanju problema koji se pojavljuju u aktivnostima modeliranja, učenici moraju koristiti i međusobno spojiti matematičke koncepte i operacije (Lesh & Zawojewski, 2007). Rezultat toga je mogućnost učenika da na videlo iznesu svoju vlastitu matematiku dok rešavaju probleme, i da tim problemima daju neki realni smisao.
- Drugo, u modeliranju, učenici su podstaknuti da naprave modele koji se mogu primeniti na niz sličnih situacija i kao rezultat toga, oni mogu generalizovati i proširiti svoja rešenja (English, 2006; Doerr & English, 2003).

3. Šta su to „otvoreni zadaci“?

Otvoreni zadaci su problemi koji nemju samo jedan odgovor, ili jedan pristup za pronalaženje odgovora koji je ili tačan ili netačan. Metoda otvorenih problema u učionici razvijena je u Japanu 1970. godine, a druge zemlje su ih pratile (Pehkonen (1997). U japanskom modelu, učenici su dobili problem da reše i njihova rešenja i metode su upoređivane i analizirane (Becher & Selter. 1996). Korištenjem otvorenih zadataka organizovano je u pet tačaka:

1. uvođenje problema;
2. razumevanje problema;
3. rešavanje problema individualno ili u grupama sa upotrebom svog jezika i metoda;
4. poređenje i diskutovanje rešenja, metoda i formulisanih problema;
5. sumiranje i procena od strane nastavnika.

Japanska definicija otvorenog problema u nastavi matematike mogu se sumirati na:

- proces je otvoren, što znači da se mogu izabrati različite strategije u svrhu postizanja cilja;
- krajnji proizvodi su otvoreni, što znači da postoji izbor između nekoliko rezultata;
- način formulacije problema su otvoreni, što znači da se mogu za sebe napraviti pitanja i zadaci.

Pehkonen (1997) objašnjava koncept „otvorenih problema“ koristeći suprotno: Problem je zatvoren, ako je početna situacija i cilj situacije zatvoren, odnosno tačno objašnjen. Ako početna situacija i/ili cilj situacije su otvoreni, odnosno da nisu zatvoreni onda imamo otvoren problem. Prema ovoj definiciji, postoje tri vrste otvorenih problema, gde je samo jedan otvorenog tipa, odnosno jedan gde početak i cilj situacije su otvoreni. Druga dva tipa imaju samo jednu otvorenost. To može biti ili otvoreni cilj situacije ili otvorena početna situacija.

Ono što je važno, jeste da ključnja pitanja oko otvorenih zadataka daju mogućnost učenicima da:

- Primene poznate stvari, što znači: Opisati i istražiti problem, koristiti svoje zanje o matematici, možda na nov način, rad na sopstvenom stilu učenja.
- Razvijaju nova znanja, što znači: Razviti strategije za rešavanje otvorenih problema i naći smisao u svojim rezultatima i vrednovanju tih rezultata.
- Razgovorati o matematici, što znači: Razgovarati o precesu i rešenjima, prestaviti svoje rezultate i dobiti povratne informacije (komentari).

U isto vreme treba dati nastavniku priliku:

- Da imaju predstavu o kvalitetu i propustima učeničkih znanja o matematici.
- Da komunicira sa učenicima na način koji „uznemirava“ i da na taj način podstiče razvoj matematičkih sposobnosi kod njih.
- Da pravi evaluacija rešavanja problema na konstruktivan način.

Radi ilustracije navodimo slijedeće primjere:

Zadatak	**Tip zadatka**
1. Pravougaonik ima površinu 2m^2. Ako mu je širina 40 cm, koliko je dug?	Zatvoren / Bez konteksta
2. Pravougaonik ima površinu 3m^2. Koje širine i dužine može biti ovaj pravougaonik?	Otvoren / Bez konteksta

3. Pravougaona prostirka ima ima površinu $2m^2$.
   Ako je dužina prostirke 40 cm, koliko je duga — Zatvoren / Kontekstualan
4. Pravougaona prostirka ima površinu $3m^2$.
   Koje širine i dužine može biti ova prostirka? — Otvoren / Kontekstualan

4. Zašto raditi sa „otvorenim problemima“?

Jedna od interesantnih stvari u radu sa ovom vrstom „otvorenih problema“ je mogućnost rada sa pitanjima i odgovorima koji su posledično povezani. Realizatori obrazovno-vaspitnog rada koriste ovaj koncept da bi mogli promeniti okruženje za učenje u pravcu vežbanja teorije konstruktivističke ideje i socijalnog vežbanja.

Konstruktivističke ideje se bave znanjem kako su koncipirane adaptivne promene u znanju, i da je učenje koncipirno kao aktivna izgradnja i dopuna svog znanja na osnovu postojećeg znanja kao odgovor na dosadašnje iskustvo. (Simon. 2000).

Teorija socijalnog vežbanja se bavi društveno-ugrađenog rasta znanja u praksi zajednice (Jaworski. 2001 p. 297). Pored toga, Steinbring (1998 i 1999) koristi epistemologiju zasnovanu na teoriji sa sledećom definicijom: „Epistemološka perspektiva u učionici diskursa znači potraga za specifičnom semantikom matematičkih znanja koje se konstituišu u interaktivnom procesu, i na taj način predstavlja smisao odgovora bogatih semantičkih struktura teorijskog matematičkog znanja.“ (Johnsen Høines. 2002) Ovaj poslednji istraživač matematičkog obrazovanja govori o sastavljanju različitih tekstova, matematičkog teksta i didaktičkog teksta, gde tekst postoji preko interpretacije rezultata učenika. Sličnost između poslednje dve teorije je u tome da se obe fokusiraju na zajednicu i ideje o vrsti epistemološkog smisla matematičkog znanja „izvan“ stvarne prakse. Jedano od glavnih pitanja rada sa rešavanjem otvorenih problema je komunikacija između učenika, i između učenika i nastavnika. Idealna situacija je da učenici počinju na stvaraju zaključke o otvorenom problemu (na svom jeziku), ali kroz komunikaciju sa nastavnikom njihov cilj se mijenja i postaje postaje usvajanje dovoljno prihvatljivog matematičkog znanja. Ali, to je teško u praksi. Jedan od problema pri tom je da nastavnici možda žele da prenose matematičke ideje svojim učenicima na taj nov način ali ne znaju efikasan način kako se to radi. Koa što Simon (Simon. 2000 p. 217) kaže, ne postoji jednostavan recept o tome kako da se to uradi:

„Konstruktivizam nudi fundimentalno drugačiji način da se razmišlja o matematičkom znanju i njegovom razvoju. Definisanjem učenja i okvira za razumevanje složenog procesa učenja, izazvalo je ponovno ispitivanje u nastavi matematike.Međutim, dok konstruktivizam daje osnova za postizanje rekonceptualizovanju matematike, ona daje određene modele nastave matematike“.

Simon skreće pažnju na činjenicu da konstruktivističke metode ne sadrži recepte novih vrsta matematičkog obrazovanja. Konstruktivizam je više kao filozofija. Možda korištenjem „otvorenih problema“ u obrazovanju matematike može biti jedan od primena načina u kom se uče koristeći konstruktivističke paradigme.

Međutim, korištenje otvorenih problema u matematičkom obrazovanju stvara neke druge probleme. Neka od otvorenih pitanja su: *Kako bi trebalo da se uradi*? *Ko će stvoriti probleme u dobrom obliku*? *Kakva je komunikacija neophodna u ovoj vrsti okruženja za učenje*? *Koju vrstu matematičkog znanja treba da poseduje nastavnik*? Za neke nastavnike može biti teško da kombinuju prihvaćena matematička znanja sa učenikovim načinom rešavanja problema. Nisu svi nastavnici spremni za razvijanje okruženje učenja sa postojećim „otvorenim problemima“ rame uz rame sa prihvatanjem matematike. Drugo pitanje je: *Zašto bi oni menjali svoje obrazovne rutine za nešto novo i teško?*

5. U službi obuke korištenja matematičkog obrazovanja

U ovom dijelu je izloženo iskustvo u istraživanju matematičkog obrazovanja koje je izložio L.R.Ejersbo u svojoj doktorskoj disertaciji[3] iz 2007. godine. U jesen 1996. godine 200 nastavnika je prošlo obuku od 40 sati u cilju obuke korištenja matematičkog modelovanja. Na tom kursu nastavnici

[3] Lisser Rye Ejersbo: *Design and redesign of an in-service course: The interplay of theory and practice in learning to teach mathematics with open problems How to operate using mathematical modelling and open-ended tasks within the landscape of investigation into in-servise ducation.* Ph.D., Learning Lab Denmark, Danish School of Education, University of Aarhus, 2007

su radili sa otvorenim problemima i matematičkim modelovanjem na osnovu sledećih obrazaca (Blomhøj & Jensen. 2002 p.3):

1. *„Formulisanje zadataka koji će biti vodiči da indentifikujete realnost, koja se modelira“*
Učenik ima priliku da izabere nešto o čemu on već zna i što ga zanima. Nastavnik može da pomogne u utvrđivanju, opisu, i o kakvoj vrsti matematike, a može da podstiče učeničke misli u problema zadatka.

2. *„Izbor relativnih objekata, odnosa itd. od posledica oblasti istraživanja.“*
Učenik bira i prikuplja relativne podatke. To je učenik koji takođe odlučuje koje vrste podataka su korisne u procesu istrage i tu je izbor koji će uticati na ceo taj proces. Nastavnik može da pomogne sa znanjem o tome gde se mogu naći relativni podaci i koliko je neophodno da se traže.

3. *„Prevođenje ovih objekata i relacija od svojih početnih načina izgleda matematike“*
Kakav je rezultat potreban za cilj? Koja vrsta programa je korisna? Prvo pitanje je uvek relativno? Nastavnik postavlja pitanja o tome kakvu poziciju imaju sirovi podaci i pomaže da se sazna kakav je algoritam potreban.

4. *„Upotreba matematičkih metoda da se postigne matematički rezultat i zaključci.“*
Učenik koristi matematičke alate i izračunava neke rezultate. Nastavnik pita kritična pitanja o rezultatima i pomaže prilikom korištenja matematičkih alata.

5. *„Tumačenje rezultata kao i zaključaka u vezi pokretanja domena ispitivanja.“*
Učenik obrazlaže i vrednuje rezultate sa ciljem da se primene. Nastavnik pomaže kod realnog primenjivanja.

6. *„Evaluacija tačnosti modela u poređenju sa posmatranog ili predviđenih podataka ili sa bazom teoriskog znanja“*
Učenik proverava tačnost testova na oba modela i rezultata. Nastavnik daje konačnu reč na tačnost ispitivanja i ocenjuje rezultate kao i ceo proces.

Ovi opisi matematičkog modelovanja ispunjavaju uslove o radu sa otvorenim problemima. Nastavnici koji su učestvovali u kursu, bili su zadovoljni. Izgledalo je kao da svi mogu biti zadovoljni. Ali pitanje je, da li je kurs samo brzo rešenje za nastavnike ili je ostavio nekog traga? Kakvu korist bi imali od ovog kursa?

6. Koristi od kursa

Godinu dana nakon kursa povratne informacije od nastavnika su bile dobre. Oni su uspeli da koriste elemente iz kursa u obrazovanju. Posle ovih dorih povratnih informacija, oformljena je učionica za zapažanja i intervjue. Metode koje su korištene u intervju nastavnika su pravili polu strukturalni intervju upustva sa fokusom na korištenje otvorenih problema u obrazovanju matematike pre intervjua. Pitanje je bilo da se pazi da li nastavnik koristi otvorene probleme u učionici i kako su to radili. Metod je bio da se u učionici koristi samo video snimak, ne komuniciraju sa učenicima, a nakon toga intervjuisati nastavnika.

Analizirajući učionicu posmatranja postalo je jasno da korištenje otvorenih problena u obrazovanju matematike veoma teško kako za nastavnike tako i za učenike. Više nije bilo priče o uspehu, ali i dalje je bilo nastavnika koji su koristili otvorene probleme u obrazovanju matematike.

7. Učionica posmatranja

Jedna od školskih poseta je bila kod mladog nastavnika (pet godina iskustva) i sa njegovim razredom od 12 do 13 godina starosti. Radili su jednačine i funkcije. Sam je formulisao pitanja u otvorenom obliku. većina zadataka nisu formulisana kao problem nego kao komanda, npr. „Reci mi svoju priču o primeru 2x+3 i 36.50x“ ili „Nađi nešto iz matematike za mobilne telefone“. Većina učenika nije znala da daju odgovor na ovo pitanje. Oni su razgovarali u malim grupama od četiri učenika, ali izgleda da nastavnik nije dao učenicima dovoljno značenja da pronađu odgovor, a učenici kao da su hteli samo da zadovolje nastavnika.

Učenici vole svog nastavnika, pa su želeli da pronađu rešenje, ali su bili zbunjeni kakv bi odgovor njega zadovoljio i kakva znanja iz matematike trebaju da koriste da bi našli odgovor.

Posebna diskusija u jednoj grupi bila je u vezi „36.50x“. Učenici su bili ubeđeni da su mogli da koriste množenje , kao i u priči sa 2x, i zato su nastavili da govore o 36.50x kao o tablici množenja. Devojka iz grupe je pitala ostale da li se to odnosi možda na neku cenu, ako je 36.50 centi za jednu kesu kafe, a x je broj kesa, ali drugi nisu na nju obraćali pažnju. Govorila je dosta tiho pa verovatno zato grupa nije obratila pažnju na njenu ideju. Grupa je donela odluku da ne može da nađe rešenje bez da pitaju nastavnika. On , opet, nije povezao ništa sa kafom ili nekom drugom životnom situacijom. On je rekao da vrsta multimplikacije zadataka i jednačina mogla dovesti do funkcija. Formulisani zadaci su bili toliko zbunjujući za učenike da je ometalo u razumevanju realne matematike i blokiralo je stvaranje značenja.

Pitanje koja su bila kasnije upućena nastavniku bilo je, kako je on mogao napraviti procenu svoje nastave?Da li je bio svestan šta se dešava u učionici?Da li je moguće da on raste kao praktičar (Schön. 1983) sa svojim pedagoškim idejama i sistemima verovanja. U njegovoj školi nije bilo tradicionalnih sastanaka nastavnika matematike i diskusija o pedagoškim pitanjima i bio je veoma umoran i osećao se da je njegov rad previše naporan za njega. Zatražio je pomoć jer mu je bilo teško da shvati svoje greške. On je bio u stanju da formuliše teorije o izgradnji sopstvenog znanja i on je mislio da je praktikovao ove ideje u učionici, ali shvatio je da nešto nije kako treba.

8. Analiza i diskusija

Šta se dešava u učionici?

Nastavnik želi da radi sa otvorenim problemima i ključnim pitanjima,ali je bio predstavljen u toku kursa. On je sam napravio zadatke za svoje učenike.Cilj zadatka je da isprovocira učenike u radu sa jednačinama na drugi način, a ne samo njihovo rešavanje. On takođe smatra da bi bilo dobro da se uvedu i funkcije. Ono što se primetilo jeste da su učenici zbunjeni i da ne znaju sa kakvom matematikom da rade da bi zadovoljili nastavnika. Zadaci ne liče na obične zadatke iz njihovih knjiga, zbog čega je neophodno izgraditi nova znanja „rešavanju“ ovih zadataka. Šta učitelj misli sa ovim zadacima? Fokus se dakle menja sa matematike na čitanje onog što je na umu nastavniku. Društvena praksa je bila da učenici rade u malim grupama, i to nije samo mogućnost nego potreba da se komunicira o zadacima. Ali proces komunikacije između učenika je neorganizovana i nisu imali dovoljno matematičkih okvira u cilju držanja njihove pažnje. Ako gledamo na epistemološki trougao (Steinbring. 1998) vidimo matematičke priče nepoznatih uslova bez jednačina i znakova funkcije. Koncept predavanja je bio oko jednačina i funkcija, ali učenici nisu poznali to značenje, pa im se tekst činio besmislenim. Na početku učenici nisu znali da daju odgovore nastavniku. Međutim, kasnije su znali šta nastavnik želi od njih, ali to nije bilo matematičko znanje. Nastavnik je bio umoran, jer je smatrao da učenici nisu razumeli smisao rada. Nastavnik je želeo da uradi nešto što se razlikuje od tradicionalne nastave. Nije dovoljno samo želeti nešto uraditi drugačije, nego to mora biti inegrisano u jasnu ideju. On je znao da nešto nije dobro, ali nije shvatao šta je to. Znajući da nije nešto u redu sa prvim korakom, i još nije imao nikoga da zajedno rade da dođu do sledećeg koraka, znači da će on imati i dalje problema da promeni svoje edukativne akcije u nešto efikasnije. Učenik će imati problema ako previše zna koji odgovor nastavnik od njega očekuje. Ovo je jako složena situacija, jer nastavnik misli da radi dobar posao, ali ipak oseća da nešto ne radi kako treba, ali ne zna šta je to.

9. Zaključak

Postavlja se pitanje šta je to krenulo naopako? Nastavnik je učestvovao u kursu, radio sa otvorenim problemima i matematičkim modelovanjem, i bio je zadovoljan koje pogodnosti daje ova ideja. Ali on nije znao kako da ih generiše sam ili kakve će posledice imati rešavanje otvorenih problema kod učenika. Možda je on samo dobro odradio kurs (Jaworski. 2001). Jaworski (p.303) piše o službi treninga: “Proces hipoteze je jedna od: Istraživanje od strane vaspitača $\Rightarrow$ programi za nastavnike $\Rightarrow$ efikasna praksa. Kroz ovaj program se očekuje da će edukator-istraživač „izazvati efikasnu praksu nastavnika; u A.J. Dawson’s reči „popravljanje“ „nastavnici“ ali je neefikasna praksa. U Danskoj postoji mnogo zahteva da učitelj uključi nastavnika matemtike. Odgovor na pitanje je kako nastavnik može da prevaziđe ove zahteve usavršavanja.

Pokazano je kako nastavnik koncept otvorenog problema rešava u svojoj učionici. Ali ipak velika je razlika između nastavnika koji su pohađali taj kurs, i onih koji nisu. Očigledno je da „popraviti“ sami, nije dovoljno.

Literatura:

[1] J.P.Becher and C.Selter (1996). Elementary School Practices. In A.J.Bishop, K.Clements, C.Keitel, J.Kilpatrick and C.Laborde (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education.* (pp.511-564). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

[2] M.Blomhøj and T.H.Jensen (2002). *Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and education planning.* No. 32 Roskilde: Centre for research in learning Mathematics.

[3] S.I.Brown and M.L.Walther (1990). *The Art of Probling Posing.* USA

[4] S.I.Brown and M.I.Walther (1992). *Problem posing: Reflections and Application.* USA

[5] B.Jaworski (2001). Developing Mathematics Teaching: Teachers, Teacher Educators, and Researchers as Co-Learners. In F.-L.Lin & t.J.Cooney (Eds.), *Making Sense of Mathematics Teacher Education.* (pp. 295-321). Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

[6] M.Johnsen Høines (2002). *Fleksible språkrom. Matematikklæring som tekstutvikling.* Bergen: Institutt for praktisk pedagogikk. Det psykologiske fakultet. Universitetet i Bergen. Norge.

[7] Christine Larson, Guershon Harel, Michael Oehrtman, Michelle Zandieh, Chris Rasmussen, Robert Speiser, and Chuck Walter (2010): *Modeling Perspectives in Math Education Research*, In: R.Lesh, P.L.Galbraith, C.R.Haines and A.Hurford (eds.): *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*, ICMA 13, Springer, XIV,61-74

[8] Richard Lesh and Thomas Fennewald (2010): *Introduction to Part I Modeling: What Is It?Why Do It?* In: R.Lesh, P.L.Galbraith, C.R.Haines and A.Hurford (eds.): *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*, ICMA 13, Springer, XIV, 5-12

[9] M.Niss (1993). *Investigation into Assesment in Mathematics Education.* Holland: Kluwer.

[10] Mogens Niss (2010): Modeling a Crucial Aspect of Students' Mathematical Modeling, In: R.Lesh, P.L.Galbraith, C.R.Haines and A.Hurford (eds.): *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*, ICMA 13, Springer, XIV, 43-60

[11] E.Pehkonen (1997). *Use of open-ended problems in mathematics classroom.* Department of Teacher Education, University of Helsinki.

[12] W.F.Pinar (1995). *Understanding Curriculum.* New York, USA: National Academy Press.

[13] D.A.Romano: *Istraživanje matematičkog obrazovanja*; IMO, Vol. I (2009), Broj 1, 1-10

[14] D.A.Romano: *Šta je algebarsko mišljenje?,* MAT-KOL (Banja Luka), XV(2)(2009), 19-29

[15] D.A.Romano: *Matematika, Metodika matematike i Istraživanje matematičkog obrazovanja – tri srodna a tako različita domena*; IMO, Vol. II (2010), Broj 2, 3-10

[16] Daniel A. Romano: *Jedno utvrđivanje matematičkih kompetencija studenata učiteljskog programa*; Nastava matematike (Beograd), LVI (1-2)(2011), 8-18

[17] Schön,D.A. (1983). *The Reflective Practitioner.* USA: Basic Books, Inc.

[18] Simon,M.A. (2000). Constructivism, Mathematics Teacher Education, and researcher in Mathematics Teacher Development. In L.P.Steffe & P.W.Thompson (Eds.), *Radical Constructivism in Action: Building on the Pioneering Work of Ernst Von Glasersfeld.* (pp. 213-230). London: Taylor & Francis.

[19] O.Skovsmose,O. (2001). *Landscapes of investigation*. ZDM, 33(4), 123-132.

[20] H.Steinbring (1998). *From "Stoffdidaktik" to Social Interactionism: An Evolution af Approaches to the Study of Language and Communikation in German Mathematics Education Research*. In Anonymous, *Language and communication in the classroom.* (pp. 102-119).

[21] H.Steinbring (1999), *Reconstructing the Mathematical in Social Discourse - Aspects of an Epistemology-based Interaction Research*. In O.Zaslavsky. (1999 July); 23rd International Conference for the Psychology of Mathematics Education. 40p. Haifa: Technion – Israel Institute of technology.