

Matematička kreativnost i školska matematika

Stankovska, Sanja

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Teacher Education / Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Učiteljski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:189:894296>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-22**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Teacher Education - FTERI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
UČITELJSKI FAKULTET U RIJECI

Sanja Stankovska

Matematička kreativnost i školska matematika

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2020.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

UČITELJSKI FAKULTET U RIJECI

Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni učiteljski studij

Matematička kreativnost i školska matematika

DIPLOMSKI RAD

Predmet: Metodika matematike

Mentor: v.pred.dr.sc. Neva Slani

Student: Sanja Stankovska

Matični broj: 0299008244

U Rijeci, travanj, 2020.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

„Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da sam diplomski rad izradila samostalno, uz preporuke i savjetovanje s mentoricom. U izradi rada pridržavala sam se Uputa za izradu diplomskog rada i poštivala odredbe Etičkog kodeksa za studente/studentice Sveučilišta u Rijeci o akademskom poštenju.“

Potpis

Sanja Stankovska

ZAHVALA

Prije svega, zahvaljujem se svojim roditeljima na bezuvjetnoj podršci i beskonačnom strpljenju. Hvala vam na svemu što ste mi omogućili.

Zahvaljujem se mentorici v.pred.dr.sc. Nevi Slani na susretljivosti i svakoj sugestiji tijekom pisanja ovog rada.

Hvala svim mojim prijateljima i dragim ljudima koji su ove dane studiranja učinili nezaboravnim te bez kojih sve ovo ne bi bilo isto.

Hvala vam!

SAŽETAK

Matematika, kao školski predmet, često je na lošem, ili barem specifičnom glasu. To je djelomično posljedica krutog pristupa poučavanju matematike koji se temelji na primjeni strogo utvrđenih pravila, i često mehaničkom rješavanju neatraktivnih zadataka, gdje nema mjesta otkrivanju, istraživanju i spontanosti, te nerijetko izostaje diskusija o zadatku i njegovom rješenju. No, matematika je mnogo više od toga. Matematika je kreativan pothvat i bez kreativnosti nema suštinskog razumijevanja matematike. Matematika može biti privlačno dvorište za igru. Stoga je vrlo važno učenicima omogućiti razvoj njihova kreativnog matematičkog potencijala. Cilj ovog diplomskog rada je iznijeti relevantne spoznaje o pojmovima kreativnost i darovitost (kako općenito tako i u području matematike), ukazati na potrebu stimuliranja kreativnog ponašanja učenika u školi, predložiti određene strategije za razvijanje matematičke kreativnosti i, konačno, uvidjeti potiče li se u dovoljnoj mjeri matematička kreativnost u hrvatskim učionicama.

Ključne riječi: kreativnost, matematička kreativnost, razredna nastava, matematika

SUMMARY

Math, as a school subject, is often unfairly tarred with a bad, or at least specific, reputation. This is partly due to a traditionalist approach to teaching mathematics based on the application of strictly defined rules and often mechanical solving of unattractive problems, where there is no place for discovery, research and spontaneity, neither for discussion regarding the problem and its solution. But math is so much more than that. Mathematics is a creative endeavor and without creativity there is no intrinsic understanding of mathematics. Mathematics can be an appealing playground. Therefore, it is very important to enable students to develop their creative mathematical potential. The aim of this paper is to present relevant insights on concepts of creativity and talent (both in general and in the field of mathematics), to point out the need to stimulate the creative behavior of students in school, to propose certain strategies for developing mathematical creativity and, finally, to see whether mathematical creativity in Croatian classrooms is sufficiently stimulated.

Keywords: creativity, mathematical creativity, primary school, mathematics

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKO ODREĐENJE POJMOVA DAROVITOST I KREATIVNOST	3
2.1. Darovitost.....	3
2.2. Kreativnost.....	9
3. DAROVITOST I KREATIVNOST U MATEMATICI	18
3.1. Matematička darovitost.....	18
3.2. Matematička kreativnost.....	22
4. MJERENJE MATEMATIČKE KREATIVNOSTI	30
4.1. EPoC test.....	32
5. RAZVIJANJE MATEMATIČKE KREATIVNOSTI	34
6. O MATEMATIČKOJ KREATIVNOSTI U KURIKULUMU I NASTAVI.....	43
6.1. Pregled provedenih istraživanja o razvijanju matematičke kreativnosti kod učenika razredne nastave	45
6.2. Prijedlozi aktivnosti koje se mogu inkorporirati u nastavu matematike s ciljem razvoja matematičke kreativnosti učenika	51
8. ZAKLJUČAK	54
9. LITERATURA	56
10. PRILOZI	63

1. UVOD

„Matematika nipošto nije suhoparna, dosadna i bez mašte, već naprotiv, poput plemenite djevojke uzvraća ljubav onome tko je razumije i voli.“

Vladimir Devidè

Kreativnost je pokretač napretka u gotovo svim sferama ljudskog djelovanja, od umjetnosti do znanosti, tehnologije ili poslovanja. Ono je temelj razvoja ljudskog društva i kao takva jedna je od danas, u svijetu rada, najpoželjnijih osobina. Stoga bi prioritet svakog obrazovnog sustava trebao biti razvijanje kreativnih individua koje će iz škole izaći osposobljeni za život u suvremenom i budućem društvu.

Matematika, kao školski predmet, često je nepravedno na lošem glasu. To je djelomično posljedica tradicionalističkog pristupa poučavanju matematike koji se temelji na primjeni strogo utvrđenih pravila, učenju napamet i reprodukciji činjenica, gdje nema mjesta otkrivanju, istraživanju i spontanosti. No, matematika je mnogo više od toga. Izgradnja smislenih matematičkih koncepata i odnosa nije samo pitanje učenja i pamćenja matematičkih činjenica, formula i pravila. Matematika je kreativan pothvat i bez kreativnosti nema suštinskog razumijevanja matematike. Stoga je vrlo važno učenicima omogućiti razvoj njihova kreativnog matematičkog potencijala.

Ovaj rad uključuje pregled dosadašnjih spoznaja o matematičkoj darovitosti i kreativnosti te će dati odgovore na sljedeća pitanja. Što znače pojmovi kreativnost i nadarenost? Kakav je to nadaren, a kakav je to kreativan učenik? Što znači biti nadaren, a što kreativan u matematičkom području? Koje su komponente matematičke kreativnosti? Ako je učenik identificiran kao matematički nadaren, znači li to da on također i kreativno pristupa tom području? Implicira li matematička darovitost matematičku kreativnost? Može li se i kako mjeriti matematička

kreativnost učenika? Koje su strategije razvijanja kreativnih sposobnosti učenika u nastavi matematike? Potiče li se i u kojoj mjeri matematička kreativnost u hrvatskim učionicama?

2. TEORIJSKO ODREĐENJE POJMOVA DAROVITOST I KREATIVNOST

Darovitost i kreativnost nije jednostavno definirati zbog njihove složenosti i višedimenzionalnosti te ne postoji jedna općeprihvaćena, univerzalna definicija tih pojmova. Winner (2005) navodi da mnogi poistovjećuju termine darovitost i izrazita kreativnost, iako oni nisu istoznačnice i trebali bi se jasno razlikovati. Upravo njihovo razlikovanje u određivanju i identificiranju može pridonijeti poboljšanju kvalitete rada s učenicima u odgojno-obrazovnom procesu i iskorištavanju njihovih mnogobrojnih potencijala (Huzjak, 2006).

2.1. Darovitost

Pojam darovitost je od samih početaka njegova istraživanja uzrok polemika teoretičara i istraživača tog područja jer ono „pokriva vrlo složenu, višeslojno i multidimenzionalno uvjetovanu pojavu“ (Koren, 2012: 341). Tome podilazi i činjenica da u suvremenoj literaturi postoji više od stotinu različitih definicija gdje autori, uzimajući u obzir brojne uvjete i kriterije (vrijeme javljanja darovitosti, karakteristike ponašanja ili predviđanje budućeg ponašanja, rezultate stvaranja, prirodna lakoća postizanja tih rezultata i slično), pružaju različite poglede na darovitost (Pejić, Tuhtan-Maras i Arrigoni, 2005).

Maksić (2006) ističe kako je darovitost općenitiji pojam od kreativnosti te da se kreativnost najčešće razmatra u kontekstu darovitosti. Temeljem toga, ista autorica darovitost određuje kao specifičan sklop osobina čovjeka, usmjerenih ka krajnjem produktu i eminentnom postignuću, među kojima su najvažnije intelektualne sposobnosti, kreativnost, visoka motiviranost i posvećenost zadatku, pozitivna slika o sebi te vjera u vlastite sposobnosti. Darovitost je slično definirana i u aktualnom Pravilniku o osnovnoškolskom odgoju i obrazovanju darovitih učenika i to kao „sklop osobina koje učeniku omogućavaju trajno postignuće natprosječnih rezultata u jednom ili više područja ljudske djelatnosti, a uvjetovano je visokim stupnjem razvijenosti pojedinih sposobnosti, osobnom motivacijom i izvanjskim poticanjem“

(NN/90). Prema tome je vidljivo da ove, a i mnoge druge suvremene definicije pružaju pogled na darovitost s više aspekata što nije oduvijek bio slučaj. Ovaj kompleksan pojam je u početku njegova istraživanja bio promatran jednodimenzionalno kao sinonim za visoki kvocijent inteligencije (Terman, 1921, prema Winner, 2005), da bi se s vremenom nadopunjavao s čimbenicima kao što su metakognitivne vještine, s vještinama učenja (Urban i Jellen, 1985., prema Sindik i Elez, 2010) motivacijom, kreativnošću (Renzulli i Reis, 1985, prema Renzulli, 2005) i utjecajnim okolinskim činiteljima (Tannenbaum, 1986, prema Koren 2013).

Stoga se predlaže da se brojni pokušaji određivanja značenja nadarenosti¹ mogu svrstati u četiri osnovne skupine definicija: one orijentirane na urođenost, one orijentirane na kogniciju, one usmjerene na postignuća te definicije sa sustavskim pristupom (Mönks i Mason, 2000, prema Vlahović-Štetić, 2007; Koren, 2013). Ovakva klasifikacija nije općeprihvaćena i u literaturi ih se može pronaći još, no svi su takvi pokušaji plod povijesnog toka razumijevanja i stava prema tom pojmu odnosno darovitom pojedincu. Svaki navedeni pristup znanstveno je utemeljen i važan u radu s darovitim učenicima (Vlahović-Štetić i Vojnović, 2000., prema Sindik i Elez, 2010).

Prva skupina definicija darovitosti, a koja datira od samog pojavljivanja pojma sredinom prošlog stoljeća, orijentirana je na njezinu urođenost odnosno prvenstveno na genetske činitelje razvitka nadarenosti. Darovito dijete hoće i može više i u odnosu na ostalu djecu jednake dobi mnogo toga čini prije, brže, bolje, uspješnije, više, drukčije te u tome što čini postiže bolje rezultate (Cvetković-Lay, Sekulić Majurec, 1998). Ta iznimna prirodna lakoća i uspješnost u obavljanju nekih aktivnosti produkt je urođenih sposobnosti koje se identificiraju kao nadarenost (Gagne 1985, prema Cvetković-Lay, 2002). Winner (2005) se slaže tvrdeći da je darovito dijete rođeno s posebnim sposobnostima koje mu pomažu svladati određeno područje ili više njih. No, genetski faktor nije sam po sebi dovoljan. Nipošto se ne treba zanemariti uloga truda i napora u razvijanju vlastite nadarenosti. Iako to možda

¹ Prema Hrvatskom enciklopedijskom rječniku (2002) pojmovi nadarenost i darovitost su sinonimi

nije široko rasprostranjeno mišljenje, darovita djeca mnogo rade, trude se i zalažu u aktivnostima kako bi došli do zavidnih rezultata jer, kako kaže Besançon (2013), niti jedna osoba nije rođena „kompletno“ darovita već samo s potencijalom za razvijanje istog. Huzjak (2006) također naglašava da je naporan rad neophodan za uspješnost, ali ne i dovoljan sam po sebi što ide u prilog tome da su nadarena djeca rođena sa sretnom kombinacijom visokih sposobnosti i posebnih sklonosti za ovladavanje nekim područjem. Cvetković-Lay (2002) tvrdi da ih upravo te visoke sposobnosti i sklonosti s kojima su rođeni „tjeraju“ da ulažu toliko truda i napora te da njihova izrazita intrinzična motivacija i puno vježbe nisu uzroci darovitosti već njezine posljedice.

Prvi koji je znanstveno započeo istraživati darovitost kao biološki predodređenu karakteristiku i prvi koji je uopće upotrijebio riječ *darovitost* bio je američki psiholog Lewis Terman. On je zagovarao određenje darovitosti kao posljedicu genetike te je izjednačavao nadarenost s visokom općom intelektualnom sposobnosti (Winner, 2005). Drugim riječima, prema njegovom pristupu jedini kriterij darovitosti je visok kvocijent inteligencije. Terman je 1921. godine započeo čuveno longitudinalno istraživanje kojim je, iako je ono danas smatrano vrlo konzervativnim, postavio temelje za daljnje proučavanje nadarenosti, a uključivalo je praćenje 1528 potencijalno darovite djece tijekom njihova cijelog života. Postavivši kvocijent inteligencije (IQ) viši od 140 kao uvjet darovitosti, Terman je na temelju navedenog uzorka zaključio kako u cijeloj populaciji postoji samo 1% nadarenih pojedinaca. Premda je danas Termanova teorija u znanstvenom smislu pobijena, na temelju ovakvih nalaza mnogi su autori započeli motriti različite slučajeve individua koji su se na neki način isticali u određenim aktivnostima te su svojim tumačenjima razloga i podrijetla njihova ponašanja i uspješnosti proširivali sam koncept nadarenosti.

Najznačajnije proširenje ovakvog pristupa ponudio je Howard Gardner 1983. godine kroz njegov koncept višestrukih inteligencija. Gardner je uvidio da je tradicionalno poimanje inteligencije vrlo usko i svojim je istraživanjima shvatio da ne postoji isključivo jedna inteligencija već da svaki pojedinac posjeduje neku kombinaciju od sljedećih sedam specifičnih sposobnosti ili inteligencija: logičko-matematička,

verbalno-lingvistička, prostorno-spacijalna, glazbena, tjelesno-kinestetička, interpersonalna i intrapersonalna inteligencija. Upravo taj prijelaz od početnog poistovjećivanja inteligencije i opće mentalne sposobnosti do poimanja da je ona skup većeg broja relativno nezavisnih sposobnosti dovodi do shvaćanja nadarenosti kao „intravarijabilnog profila u kojem se potencijalno nadareni pojedinac afirmira u nekom konkretnom području“ (Koren, 2013: 352). Specifičnost takvih kombinacija sposobnosti ogleda se u tome kako pojedinac može biti izrazito intelektualno nadmoćan i postizati izvrsne rezultate u jednoj domeni, primjerice matematičkom području, a da pritom istodobno postiže prosječne ili čak ispodprosječne rezultate u drugim područjima. Uvažavanje ovakvog modela višestrukih inteligencija od velike je važnosti za detaljniju procjenu djetetovih sposobnosti i potencijala za razvitak i uspjeh (Koren, 2013).

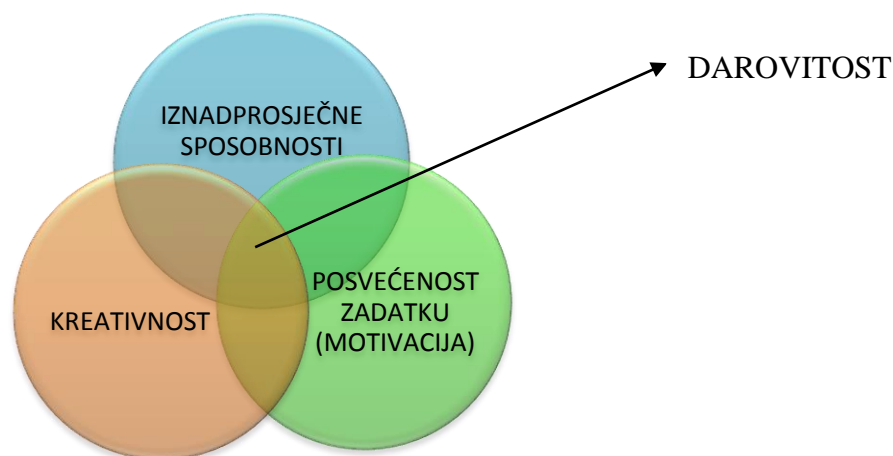
Pristup koji se oslanja na kogniciju iznjedrio je određenje darovitosti kao sposobnosti postizanja izvanrednih rezultata u nekom području djelovanja i to uočavanjem, obradom i primjenom što većeg broja raspoloživih informacija (Urban i Jellen, 1985., prema Sindik i Elez, 2010). Drugim riječima, kognitivni pristup odnosi se na znanje i sposobnosti obrade informacija koji darovitima olakšavaju rezoniranje i inventivno razmišljanje. Mnogi su istraživači proučavali razlike između darovitih i prosječnih pojedinaca u njihovu kognitivnom funkcioniranju te došli do spoznaja da se nadareni bitno razlikuju po vrsti informacija koju bez puno muke zadržavaju u radnoj memoriji kao i da kod njih nije prisutan generalni kapacitet memoriranja vezan uz određeno područje nadarenosti (Vlahović-Štetić, 2007). Laički rečeno, mnogi tvrde da nadarenim pojedincima mozak funkcionira na drugačiji način. Kao najjemenitnijeg predstavnika ovakvog pristupa u tumačenju nadarenosti valja istaknuti Roberta J. Sternberga koji je utvrdio da su za put od sirovog potencijala do ekspertnosti u nekoj domeni potrebne metakognitivne vještine, vještine učenja i mišljenja te deklarativno i proceduralno znanje (Koren, 2013). To znači da su usvajanje znanja, upravljanje vlastitim procesima učenja i rješavanje problema temeljni indikatori nadarenosti. Darovite osobe izuzetno uspješno kombiniraju nabrojane elemente što je zaslužno za njihov brzi napredak i ostvarenje većeg nivoa ekspertnosti od nenadarenih. Što su mu ove vještine bolje razvijene, pojedinac se

može okarakterizirati kao darovitiji. Shodno tome, daroviti učenici posjeduju sljedeće kognitivne sposobnosti: natprosječne intelektualne sposobnosti, izuzetnu memoriju, brzo uočavaju bitne i nove činjenice, lako uče, brzo logički zaključuju i povezuju, analiziraju i sintetiziraju gradivo te kreiraju samo sebi znane putove rješavanja problema (Adžić, 2011; Bedeniković-Lež, 2017; Cvetković-Lay, Sekulić Majurec, 1998; Koren 2013). Tako, primjerice, daroviti matematičar fantastično barata numeričkim informacijama, takve informacije izuzetno brzo i jednostavno pamti te ih lako doziva, ali, kako znamo da se darovitost manifestira u različitim područjima, to ne garantira da će jednako tako efikasno memorirati i druge tipove informacija.

Danas jedna od najprihvaćenijih definicija nadarenosti usmjerena je na postignuća, a formulirao ju je Koren navodeći da je darovitost jedinstveni sklop osobina koji pojedincu omogućuju postizanje iznadprosječnog uratka u jednom ili više područja djelatnosti, a da se taj produkt može prepoznati kao nov i originalan u tom području (Koren, 1989., prema Cvetković-Lay i Sekulić-Majurec, 1998; Huzjak, 2006; Koren, 2013; Nikčević-Milković, Jerković i Rukavina, 2016). Prema ovom određenju može se uočiti da darovitost ne znači samo posjedovati visokorazvijene, natprosječne sposobnosti već uključuje i ostale neintelektualne faktore kao što su maštovitost, originalnost, predanost radu i intrinzičnu motivaciju usmjerenu ka postizanju natprosječnog rezultata u određenoj oblasti. Dakle, nadarenost nije produkt samo jedne karakteristike već je zaslužna kombinacija osobina – i sposobnosti i ličnosti (Pejić, Tuhtan-Maras i Arrigoni, 2005). Korenova prethodno navedena definicija počiva na jednom od najpoznatijih modela darovitosti, a to je troprstenasta definicija Renzullija i Reisa iz 1985. godine (slika 1) koja pomoću Vennovog dijagrama pokazuje nadarenost kao interakciju triju osnovnih grupa osobina čovjeka: natprosječnih općih ili specifičnih sposobnosti, iznimne predanosti zadatku (motivacija) i kreativnosti primijenjenih u nekoj domeni ljudske djelatnosti (Renzulli, 2005). Renzulli (2005) čini razliku između *nadarenih* i *potencijalno nadarenih* te ističe da osoba ne može biti identificirana kao nadarena bez određenog stupnja prisutnosti sve tri osobine. Osobe koje pokazuju kombinaciju ove tri osobine i primjenjuju je u nekom području ljudske aktivnosti mogu se nazvati nadarenima.

Stoga su spomenute komponente grafički prikazane kao tri međusobno preklapajuća kruga, a njihov presjek je darovitost što znači da je svaka komponenta nužna, ali ne i sama po sebi dostatna za realizaciju darovitosti. Drugim riječima to objašnjava Vlahović-Štetić (2007) govoreći kako, primjerice, samo kognitivni potencijal za matematičko rezoniranje nije dovoljan za nadarenost već da istovremeno moraju biti prisutni i motivacija i kreativnost.

Slika 1: grafički prikaz troprstenastog modela darovitosti Renzullija i Reisa (prema Renzulli, 2005)



U svijetlu ovakvog suvremenog pristupa Winner (2005) pojam darovitosti kod djece poistovjećuje s tri prisutna obilježja koja ih razlikuju od prosječnih, a to su: „prijevremena razvijenost“ (brže napreduju u odnosu na ostalu djecu svoje dobne skupine); „inzistiranje da sviraju po svom“ (pronalaze rješenja i uče na drugačiji način, samostalni su i imaju visoko samopouzdanje); te „žar za svladavanjem“ (dubokom intrinzičnom motivacijom razvijaju gotovo opsesivan interes, udubljuju se u tolikoj mjeri da izgube osjećaj za vanjski svijet). Drugim riječima, nadareni učenik osim bržeg razvoja od ostalih posjeduje i vještine potrebne za samostalna otkrića te pronalaženje inovativnih načina rješavanja problema, a sve to prati golema potreba za ovladavanjem određenim područjem. Upravo je to ono što razlikuje darovitog učenika od uspješnog, marljivog učenika koji ulaže mnogo truda i napora. Svako je dijete različito pa su i navedene karakteristike različito zastupljene kod svakog

pojediniog učenika, ali se one međusobno nadopunjuju i prožimaju što uzrokuje ponašanje tipično za nadarene pojedince.

Za ostvarivanje potencijala darovitosti potrebna je interakcija natprosječnih sposobnosti i određenih osobina pojedinca, ali i potpora okoline. Zanimljiva, raznolika i poticajna sredina od velike je važnosti za realizaciju darovitosti. Prvi koji je uvrstio činitelje okoline u glavne komponente darovitosti bio je A. J. Tannenbaum. On je svojom „teorijom zvijezde“ uspostavio pet čimbenika koji moraju biti optimalni kako bi potencijalna darovitost bila realizirana, a to su: opće sposobnosti, specifične sposobnosti vezane uz afinitete prema nekom području, čimbenici koji nisu vezani uz intelekt (samopoštovanje, motivacija, fleksibilnost), potpora okoline i faktori slučajnosti (imati dašak sreće odnosno biti na pravom mjestu u pravo vrijeme). Svaki od navedenih čimbenika mora zadovoljavati određeni prag potreban za realizaciju darovitosti (Koren, 2013). Posjedovanje četiri spomenuta čimbenika ne može nadomjestiti izostanak petog. Nedostaje li motivacije, samopouzdanja ili pak potpore okoline potencijal neće moći biti realiziran kao postignuće. Glavna uloga potpore nadarenim učenicima pripada obitelji i školskom sustavu. Darovito dijete prvu interakciju ostvaruje s obitelji i ona je ta koja mora od najranije dobi njegovati razvoj dječjih potencijala. Obitelj koja brine o postignućima darovitog djeteta i koja pruža sve što je u njihovoj moći da mu omogući kvalitetnu obrazovnu podršku nesumnjivo će olakšati njegov razvoj. Osim u obitelji, učenik najveći dio vremena provodi u školi koja je odgovorna za njegov napredak. Škola mora omogućiti različite oblike podrške darovitima, i to ne samo kroz prilagodbu sadržaja kako to nerijetko bude, već se treba usmjeriti i na njihov osobni razvoj.

2.2. Kreativnost

Prema troprstenastom modelu darovitosti Renzullija i Reisa (slika 1) kreativnost je jedan od tri osnovna skupa osobina koje karakteriziraju nadarenog pojedinca. Nadarenost pojedinca, odnosno talent kao njegova realizacija, nagovještava se i potvrđuje njegovim kreativnim doprinosom. Dakle, nadarenost se

obično odnosi na posjedovanje visoke razine sposobnosti i vještina u nekom području, ali nužno ne podrazumijeva visoku razinu sposobnosti i kreativnosti izvan tog određenog područja. Huzjak (2006) ističe kako kreativnost može, ali i ne mora biti karakteristika nadarenog pojedinca. No, iako kreativnost nije preduvjet darovitosti, brojna su istraživanja pronašla razliku između uspješnih i manje uspješnih darovitih pojedinaca upravo u posjedovanju ove karakteristike (Pejić, Tuhtan-Maras i Arrigoni, 2005). Daroviti *nekreativni* pojedinci postaju stručnjaci koji postižu dobre rezultate unutar svog područja, ali ga samo kreativne osobe mogu i mijenjati (Huzjak, 2006).

Kreativnost je veoma kompleksan pojam kojeg je nemoguće opisati jedinstvenom definicijom. Glaveanu (2011) tvrdi da pojam kreativnosti predstavlja veliku nepoznanicu, kako laicima tako i stručnjacima, a njegovo definiranje jedan je od najizazovnijih zadataka. Arar i Rački (2003) govore kako je veoma teško odrediti kreativnost kao jedinstveni konstrukt koji jednako dobro može objasniti rad Wolfganga Amadeusa Mozarta, Marie Curie, Leonarda da Vincija, Alberta Einsteina, Johna Lennona, i još k tome rad tete Mare koja pravi nevjerojatno dobre slastice. Mnogi su se autori i istraživači uhvatili ukoštac s tim izazovom i ponudili vlastito viđenje o tome što je kreativnost što je rezultiralo time da danas postoji mnogo sličnih ali i u mnogočemu različitih definicija. Mann (2006, prema Nadjafikhah i Yaftian, 2013) je utvrdio da postoji čak više od stotinu suvremenih definicija kreativnosti. Analizirajući relevantnu literaturu, Blamires i Peterson (2014) uočavaju nešto zajedničko kod svih autora, a to je tvrdnja da koncept kreativnosti nije jednoznačan i da kao takav omogućuje niz razumijevanja.

Riječ kreativnost potječe iz latinske riječi *creare* što znači napraviti, sazdati, stvoriti nešto što ranije nije postojalo. Temeljem te latinske riječi nastala je suvremena riječ kreativnost koja ukazuje na moć stvaranja, kreiranje, izumljivanje, umjetničko stvaralaštvo te učestvovanje u nečemu vrijednom i korisnom (Bognar, 2010). Čini se kako danas svi žele biti „kreativni“ pa pridjev *kreativan* pridružuju i tamo gdje mu nije mjesto ili ga koriste u potpuno pogrešnom kontekstu. Tako se kreativnost često u slobodnom govoru upotrebljuje kao sinonim za maštovitost i originalnost te se

nerijetko asocira na posjedovanje nekog umjetničkog talenta. Da ne bi zbog te pretjerane i neodmjerene uporabe riječ kreativnost izgubila smisao te kako bi ju u potpunosti razumjeli i izbjegli njezino miješanje s drugim sličnim pojmovima neophodno je odrediti njezino značenje.

Iako ne postoji zajednički sporazum oko toga što je zapravo kreativnost, velik broj definicija posjeduje zajedničke značajke. Tako pojedine definicije promatraju kreativnost kao način povezivanja različitih informacija (Ingram, 2003, prema Cvetković-Lay, 2004), neka određenja se odnose na kreativnost kao jedinstveni stil razmišljanja pojedinca koji mu omogućuje stvaranje kreativnih produkata, druge definicije sagledavaju kreativni proces kao niz faza kroz koje pojedinac mora proći kako bi stvorio originalnu ideju, dok treće razmatraju isključivo završni produkt (Nadjafikhah i Yaftian, 2013). Suvremene definicije ne razlikuju se mnogo od onih tradicionalnih koje o kreativnosti govore kao o divergentnom, originalnom, fluentnom i fleksibilnom mišljenju (Cvetković-Lay, 2004).

Unatoč velikom broju različitih tumačenja koji se mogu dati izrazima *kreativnost* i *kreativno* danas postoji iznenađujuće visok konsenzus u literaturi oko dva ključna elementa u definiranju kreativnosti koja se nisu promijenila više od šest desetljeća.

Prvo, kreativnost mora rezultirati nečim novim, originalnim i dosad neviđenim. Ozimec (1987, prema Somolanji i Bognar, 2008: 88) kreativnost podrazumijeva kao „stvaralaštvo kojim se stvara nešto novo, drugačije od tadašnjeg, koje uključuje rješavanje problema na svoj način, otkrivanje do tada nepoznatog“. Kadum (2010) kreativnost sagledava kao otpor svemu što je uobičajeno, neoriginalno i tradicionalno. Slično kreativnost određuju i Bibby (2002), Beghetto i Kaufman (2014), Blamires i Peterson (2014), Huzjak (2006), Runco (2004), Somolanji i Bognar (2008) i svi ostali autori koji pod pojmom kreativnosti podrazumijevaju novinu, autentičnost, originalnost ili divergentno razmišljanje. Međutim, novina sama po sebi nije dovoljna te da bi se nešto novo smatralo kreativnim produktom ono treba biti prepoznato i prihvaćeno kao vrijedno od strane društva (Amabile, 1983, prema Karwowski, Jankowska i Szwajkowski, 2017; Beghetto i Kaufman, 2014; Sternberg, 2001, prema Nadjafikhah i Yaftian, 2013). Lubart i sur. (2003, prema

Besançon, 2013) određuju kreativnost kao sposobnost pojedinca da stvori nešto novo, originalno i dosad neviđeno, a istovremeno i korisno u kontekstu određene situacije. Prema tome, mnogi autori kreativnost povezuju s potencijalom osobe za generiranje novih, neočekivanih i originalnih ideja koje su ujedno i visoke kvalitete te su okarakterizirane kao korisne u području njihova stvaranja.

Sternberg i Lubart (2000, prema Nadjafikhah i Yaftian, 2013) dodaju da kreativni produkt, osim neočekivan, koristan i kvalitetan, mora biti i prikladan. Ako je nešto novo ali ne i prikladno rješenje problema, ono se neće smatrati kreativnim već čudnim i bizarnim odgovorom (Barron, 1988, prema Arar i Rački, 2003).

Kako je već prethodno navedeno, da bi se ideja ili djelo smatrali kreativnim moraju biti novi i neobični. No, nameće se pitanje – novi za koga? Arar i Rački (2003) objašnjavaju kako percipirana novost produkta ovisi o promatračima te da u konačnici produkt može biti nov samo na nivou pojedinca. Naročito to dolazi do izražaja kad želimo definirati dječju kreativnost. Naime, ono što predstavlja novost za djecu ne znači da je novo i za odrasle. U pokušajima pobližeg razjašnjavanja pojma kreativnosti napravljena je podjela na kreativnost s malim početnim slovom „k“ i kreativnost velikim početnim slovom „K“ (Winner, 2005). Pojedinaac je *kreativan* kada njegove ideje ili djela predstavljaju novost u osobnom smislu, no kada su one na veoma visokoj, genijalnoj razini (što podrazumijeva veliku bazu znanja) i prepoznate su od strane struke onda govorimo o *Kreativnosti*. Craft i Jeffrey (2004) ističu kako bi samo „čudo od djeteta“ moglo biti *Kreativno* i stvoriti nešto vrijedno za društvo. Dakle, kada se govori o dječjoj kreativnosti, važno je da su njihove ideje i djela za njih osobno nova i originalna.

Iako je namjera podjele kreativnosti na kreativnost s malim početnim slovom „k“ i kreativnost s velikim početnim slovom „K“ usmjerena na proširenje svijesti o tom pojmu, ostaju mnoge nedoumice. Primjerice, pojedinci koji su okarakterizirani kao vrlo kreativni, ali ipak ne dovoljno kreativni da bi ih se svrstalo na genijalnu razinu, automatski se smatraju *kreativnim*. Nadalje, gdje bi se svrstali učenici čiji su stvoreni produkti ocijenjeni kao kreativniji od onih vršnjačkih? Tome problemu doskočili su

autori Kaufman i Beghetto (2009) predloživši svoj „4C“ model kreativnosti koji proširuje ovu dihotomiju. Većina istraživanja kreativnosti imaju tendenciju pratiti jednu od dvije razine kreativnosti: svakodnevnu („little-c“) ili genijalnu („Big-C“) kreativnost. „Little-c“ kreativnost usmjerena je na aktivnosti u kojima nestručnjak može sudjelovati svaki dan, a „Big-C“ razina predstavlja kreativnost na veoma visokoj, genijalnoj razini koja je prepoznata od strane struke i rezervirana je samo za nekolicinu ljudi. Smatravši svrstavanje cijele populacije ljudi u samo te dvije kategorije previše uskim i nedovoljno preciznim, Kaufman i Beghetto (2009) dodaju još dvije razine: „mini-c“ kreativnost i „Pro-c“ kreativnost. „Mini-c“ razina dizajnirana je kako bi obuhvatila kreativnost svojstvenu procesu učenja i definira se kao „novo i osobno tumačenje iskustava, radnji i događaja“ (Kaufman i Beghetto, 2009: 3). Uvođenjem ove kategorije naglašava se važnost prepoznavanja kreativnosti svojstvene jedinstvenim i osobno značajnim uvidima i interpretacijama učenika dok uče novi sadržaj, što pomaže u sprječavanju zanemarivanja i gubitka kreativnog potencijala učenika. Štoviše, „mini-c“ razina naglašava da se mentalne konstrukcije koje (još) nisu izražene na opipljiv način također mogu smatrati kreativnima. Dakle, „mini-c“ razina pomaže proširiti trenutno postojeće koncepcije prepoznajući intrapersonalne uvide i tumačenja, koji često žive samo unutar osobe koja ih je stvorila, kao kreativna djela. Sve što treba učiniti je provesti malo više vremena promatrajući kreativne uvide koje su izrazila djeca u svojim svakodnevnim aktivnostima učenja i igranja. Dakako, u ovu „početničku razinu“ kreativnosti (primjerice, otvorenost novim iskustvima, aktivno promatranje i spremnost za istraživanje nepoznatog) ne ubrajaju se samo djeca već ona predstavlja početna kreativna tumačenja koja imaju svi stvaratelji te koja se kasnije mogu manifestirati u prepoznatljive (u nekim slučajevima i povijesno značajne) kreacije. Međutim, ostaje pitanje – postoji li odgovarajuća kategorija za pojedince koji su „profesionalni“ kreatori, ali nisu dosegli eminentni status? Primjerice, u „little-c“ kategoriju ubrajaju se nestručnjaci koje svakodnevno, na osobnoj razini, kreiraju nove matematičke ideje, a „Big-C“ razina prikladna je za matematičare koji su revolucionizirali struku (kao što su Gauss, Euler ili Ruder Bošković). Što je s „profesionalnim“ matematičarom koji zarađuje za život baveći se ovim poslom, ali još nije postigao (ili ganikada neće ni postići) „Big-C“ status? Uvidjevši potrebu razjašnjavanja tih

pitanja, autori Kaufman i Beghetto (2009) predlažu još jednu razinu kreativnosti – „Pro-c“ kreativnost. Ova razina olakšava razumijevanje tranzicije/razvoja kreativnosti od razine „little-c“ prema „Big-C“ razini te se odnosi na pojedince koji su stručni, vješti i kreativni u svom području, ali (još uvijek) nisu na eminentnoj razini. Uvođenjem navedene dvije kategorije u svoj „4C“ model kreativnosti, Kaufman i Beghetto (2009) ukazuju na aspekte kreativnosti kojim je potrebno dodatno istraživanje i pojašnjenje, a sve u svrhu dubljeg razumijevanja i unapređivanja tog područja.

Usprkos tome što veliki broj definicija naglašava korisnost, primjenjivost ili kvalitetu kao kriterij kreativnog stvaranja, Sriraman (2004, prema Nadjafikhah i Yaftian, 2013) navodi kako rezultati kreativnog rada možda neće uvijek biti „korisni“ u smislu primjenjivosti u modernom svijetu. Djeca se mogu okarakterizirati kao kreativna ako se kreativnost određuje preko produkata koji su za njih ili okolinu novost, ako su nastali spontano te izazivaju radoznalost i iznenađenje promatrača. No, vrlo teško će ono što djeca naprave postati značajan produkt koji traje i ima utjecaj u društvu. Irving Taylor, eminentni istraživač područja kreativnosti, to pojašnjava ovako: „ako dijete povlači crte po papiru, ono nije stvorilo društveno vrijedan produkt, ali je ipak nešto stvorilo“ (Huzjak, 2006: 236).

Uzimajući u obzir prethodno navedeno, Petrović-Sočo (2000: 3) definira kreativnost kao „način mišljenja, djelovanja ili izrade nečega što je originalno za pojedinca i vrijedno je toj osobi i drugima“. To *nešto* može biti stih, skladba, slika, teorija, formula, torta ili bilo što drugo (Turk, 2009). Drugim riječima, svaki nov i neobičan način rješavanja problema ili kreiranje novog produkta može se odrediti kao kreativan čin pri čemu pojedinac u tome ne mora biti prvi u svijetu.

Nadalje, može se izdvojiti definicija kreativnosti koja obuhvaća većinu prethodno navedenih gledišta. Isaksen (1994, prema Somolanji i Bognar, 2008: 89) definira kreativnost kao „urođenu sposobnost svakog pojedinca da proizvodi određenu novinu na već postojeće stanje bilo u materijalnoj, bilo u duhovnoj sferi (rješenja, ideje, umjetnički oblici, teorije ili proizvodi), da je ta novina originalna, ekonomična

i primjenjiva unutar određenoj socijalnog konteksta te da je pozitivno usmjerena“. Ono što je uočljivo iz ove definicije, a ranije nije spomenuto, jest da autor smatra kreativnost urođenom sposobnošću. Ono nije obilježje samo eminentnih i istaknutih stvaraoca te svojevrsne „elite“ u tom smislu, već su svi pojedinci sposobni za kreativno ostvarenje u nekom području njihova djelovanja. Neke su osobe više, a neke manje kreativne, no nitko nije u potpunosti nekreativan (Petrović-Sočo, 2000). Turk (2009) dodaje kako kreativni potencijal čuči u svakoj osobi, samo ga je nužno znati na ispravan način „izvući“. Naime, kreativnost je potencijalna sposobnost koja se može i mora razvijati (Kunac, 2015). Vrlo važnu ulogu u osvještavanju, poticanju i razvijanju kreativnosti imaju učitelji jer upravo oni imaju moć za „otključavanje“ kreativnih potencijala mladih.

Povijest istraživanja pojma kreativnosti obično se dijeli na dva razdoblja: prije i poslije 1950. godine (Karwowski, Jankowska i Szwajkowski, 2017). Iako je niz izvrsnih studija o kreativnosti provedeno i objavljeno i prije 1950. godine (Patrick, 1935, 1937; Wallas, 1926, prema Runco, 2004; Rossman, 1931, prema Arar i Rački, 2003), najveće zasluge za intenziviranje njegova proučavanja pripadaju psihologu Joy Paulu Guilfordu (Somolanji i Bognar, 2008). On je navedene godine u sklopu jednog svog predavanja prvi uveo pojam divergentnog mišljenja, kao suprotnost dotada uobičajenom konvergentnom gdje je sve usmjereno prema prethodno određenom, logičkom i jedinom točnom odgovoru. Guilford pojmove divergentno razmišljanje i kreativnost smatra sinonimima, te u tom smislu stavlja kreativnost u fokus. Naime, čak i danas većina testova i zadataka u školi zahtjeva prvenstveno konvergentno mišljenje istovremeno zanemarujući zadatke u kojima se potiče razmišljanje „u više pravaca“ i u kojima je broj rješenja neograničen. Baer i Garrett (2010) taj proces kreiranja novih, prije nepostojećih rješenja određuju kao glavni element potreban za kreativno ponašanje pojedinca.

Guilford (1968, prema Jukić, 2010; Morais i Azevedo, 2009) izdvaja nekoliko komponenata divergentnog mišljenja, a to su: originalnost, fleksibilnost, fluentnost i elaborativnost. Osim proizvodnje novih i neočekivanih ideja (originalnost), za divergentno razmišljanje potrebno je posjedovati sposobnost promišljanja o

problemu iz različitih aspekata i stvaranje, ne bilo kakvih novih ideja, već onih koje su okarakterizirane kao relevantne (fleksibilnost). Kreiranje tih novih i prikladnih ideja treba se odvijati „tečno“ odnosno da pojedinac simultanim sagledavanjem različitih mogućnosti može generirati što veći broj raznovrsnih ideja (fluentnost). Kao završni korak potrebno je utvrditi je li novonastala relevantna ideja zaista izvediva, a to se čini njezinim opisivanjem, proširivanjem i razvijanjem, kao i sposobnošću „ukrašavanja“ ideje detaljima (elaborativnost).

Nipošto se ne smije zanemariti uloga konvergentnog mišljenja u kreativnom stvaralaštvu. Iako nam, u svakodnevnom životu, divergentno razmišljanje vjerojatno prvo pada na um kada pomislimo na kreativnost, znanje i vještine također imaju veliku ulogu pri stvaranju novih ideja. Guilford je kreativnost smatrao dinamičkim mentalnim procesom koji uključuje divergentno i konvergentno razmišljanje (Nadjafikhah i Yaftian, 2013), a Sternberg (2006, prema Blamires i Peterson, 2014) uvrštava znanje u osnovne komponente o kojima ovisi kreativnost. Isto misli i Weisberg (1999, prema Ferrari, Cachia i Punie, 2009) navodeći kako je znanje temeljni „građevni blok“ kreativnosti. Koludrović (2009) naglašava kako je za uspješno kreativno stvaranje nužna određena razina činjeničnog znanja. Pojedinac neće moći identificirati i preispitati problem, pa tako niti kreirati nove ideje rješavanja tog problema, ako nema dovoljno znanja o području u kojem se problem pojavio. Isto tako, kreativnost je ključna za poboljšanje procesa učenja i razvoja vještina (Ferrari, Cachia i Punie, 2009), što nam govori da su divergentno i konvergentno mišljenje itekako povezani (Koludrović, 2009). Barbot, Besançon i Lubart (2011) zaključuju kako je za kreativno stvaranje esencijalna kombinacija divergentnog i konvergentnog mišljenja.

Uz znanje, Sternberg i Lubart (1996, prema Ferrari, Cachia i Punie, 2009) navode još pet vrlo različitih, ali međusobno povezanih čimbenika o kojima ovisi kreativnost pojedinca: intelektualne sposobnosti, stilovi razmišljanja, osobnost, motivacija i okolina. Dakle, navedeni autori ističu kako kreativnost podrazumijeva kombinaciju kognitivnih sposobnosti i konativnih karakteristika te adekvatne okoline.

Urban i Jellen (1993, prema Maksić, 2006) kreativnost definiraju kao sposobnost da se stvori nov, neobičan i iznenađujući proizvod opažanjem, procesuiranjem i korištenjem maksimuma dostupnih informacija; povezivanjem, kombiniranjem i komponiranjem tih informacija s podacima iz iskustva, kao i komuniciranjem ili dijeljenjem kreativnog akta/proizvoda sa drugima.

Kreativni pojedinci pronalaze nove načine sagledavanja problema koje drugi ljudi ne vide, preuzimaju rizike koje drugi ljudi ne bi preuzeli, imaju hrabrosti suprotstaviti se okolini i stati uz vlastita uvjerenja te nastoje prevladati prepreke i izazove koje se pred njih postavljaju.

3. DAROVITOST I KREATIVNOST U MATEMATICI

Što znači biti nadaren u matematici? Koja je razlika između iznimne uspješnosti i nadarenosti u području matematike? Što znači biti kreativan u matematici? Možemo li definirati matematičku kreativnost u skladu s određenjem opće kreativnosti kao otkriće novog, originalnog i dosad neviđenog rezultata? Ako je učenik identificiran kao matematički nadaren, znači li to da on također i kreativno pristupa tom području? Implicira li matematička darovitost matematičku kreativnost? Vrijedi li i obrnuto – ako je učenik matematički kreativan može li se njega okvalificirati kao matematički nadarenog?

3.1. Matematička darovitost

Kao što je ranije navedeno, u relevantnoj literaturi ne postoji univerzalno prihvaćena definicija opće darovitosti, pa se može očekivati da će isto biti slučaj i kod darovitosti u domeni matematike. Uzmemo li u obzir Gardnerov koncept višestrukih inteligencija (1983), ako znamo da se potencijalno nadarena osoba afirmira u određenom području, matematičku darovitost možemo povezati s logičko-matematičkom inteligencijom. Logičko-matematička inteligencija objedinjuje sposobnosti i vještine apstraktnog razmišljanja, uočavanje uzročno-posljedičnih veza i logičkih struktura, kategorizacije, generalizacije i zaključivanja što pojedincima koji ih posjeduju omogućava brže i lakše manipuliranje brojevima, računanjem, količinama i apstraktnim zamislima. Autorica Parish (2014) dodaje kako bi se, osim logičko-matematičke inteligencije, s matematičkom darovitošću mogla povezati i prostorno-spacijalna inteligencija. Ova se inteligencija odnosi na kapacitet osobe da percipira vizualne i prostorne informacije te da ih ponovno mentalno stvara, transformira i/ili modificira (Gardner, 1993, prema Parish, 2014). Međutim, Vlahović-Štetić (2007) smatra matematičku darovitost fenomenom koji, bez ikakvih dvojbi, nadilazi samu inteligenciju (zapravo, kao i sve darovitosti). Wiczerkowski, Copley i Prado (2000, prema Vlahović –Štetić, 2007) dodaju kako matematička nadarenost nije samo vezana uz posjedovanje matematičkih znanja i sposobnosti, već može obuhvaćati i nekognitivne komponente kao što su fleksibilnost u razmišljanju,

predanost zadatku, otvorenost za nova iskustva, znatiželju, spremnost na rizik i kreativnost. Matematički nadareni ne moraju biti samo matematičari, već ono može biti i odlika uspješnih fizičara, kemičara, znanstvenika i filozofa, a karakteristike koje na nju upućuju mogu se uočiti već od najranije dobi.

Renzulli i Reis (prema Renzulli, 2005) definiraju opću nadarenost kao interakciju tri osnovne grupe osobina čovjeka: natprosječnih općih i područno specifičnih sposobnosti, visoke predanosti zadatku i visoke razine kreativnosti. Dakle, prema njihovoj definiciji darovita djeca su ona koja posjeduju ili su sposobna razviti navedeni set osobina i mogu ih primijeniti na neko područje njihova djelovanja. Prema tome, Mingus i Grassl (1999, prema Freiman, 2006) fokusirali su se na promatranje učenika koji pokazuju spremnost za marljivi rad i učenje matematike, motivirani su (fokusirani, energični, predani radu, sposobni izdržati stres i distrakcije) i posjeduju visoke matematičke sposobnosti i/ili kreativnost te su zaključili da su učenici koji posjeduju sve navedene osobine „istinski matematički nadareni“.

Matematička darovitost nije „orden počasti“ ili epitet koji se pripisuje djetetu koje je postiglo izniman uspjeh. Matematički nadarena djeca posjeduju neuobičajene prirodne, instinktivne sklonosti za razumijevanje matematičkih koncepata te se razlikuju od svojih vršnjaka u načinu na koji vide, razumiju i uče matematiku (Parish, 2014). Darovitost predstavlja mnogo više od odličnih ocjena u školi. Čini se da je vrlo lako uočiti dijete koje se „baca“ u matematiku s ogromnim entuzijazmom i postiže izniman uspjeh, ali nadareni nisu nužno i iznimno uspješni, kao što ponekad niti iznimno uspješni nisu zapravo nadareni.

Prema ruskom psihologu Vadimu Krutetskijju (1976, prema Singer i sur. 2016), koji je jedan od prvih započeo sustavno proučavati posebne sposobnosti matematički nadarenih učenika, matematička darovitost označava skup jedinstvenih matematičkih sposobnosti koje „otvaraju put“ k uspješnoj izvedbi u nekoj matematičkoj aktivnosti. Sukladno tome, navedeni autor tvrdi da djeca koja su matematički nadarena imaju tendenciju ka lakom generaliziranju, proširivanju, stvaranju i izmišljanju novih

metoda rješavanja matematičkih problema, te oni prirodno teže pronalasku najlakšeg, najjednostavnijeg, najekonomičnijeg pa tako i „najelegantnijeg“ puta do cilja (Krutetskii, 1976, prema Parish, 2014). Djecu koja imaju tu urođenu narav da razmišljaju na navedeni način Krutetskii opisuje kao da posjeduju „matematičke postavke uma“ odnosno da imaju tendenciju percipirati svijet na drugačiji, matematički način, ili kako on kaže, gledaju na svijet kroz „matematički objektiv“ (Straker, 1980). Bicknell (2009, prema Parish, 2014) opisuje matematički nadarene učenike kao one za koje se može smatrati da posjeduju posebne matematičke sposobnosti te one koji se bave kvalitativno drugačijim matematičkim razmišljanjem.

Brojne studije o matematičkoj darovitosti, provedene tijekom prošlih desetljeća, pružaju različite popise karakteristika matematički nadarene djece čime predlažu modele njihove identifikacije u učionici, ali i izvan nje. U pregledu relevantne literature o karakteristikama matematički nadarenih učenika može se uočiti da je nekoliko autora (Assmus i Fritzlar, 2018; Freiman, 2006; Parish, 2014, Sheffield, 2018; Straker, 1980) izdvojilo one koje je, na osnovu dugotrajnih istraživanja i promatranja učenika mlađe dobi, ustanovio Krutetskii davne 1976. godine, a to su:

- sposobnost generalizacije matematičkog materijala
- fleksibilnost mentalnog procesa (sposobnost brzog i jednostavnog prebacivanja iz jedne operacije u drugu)
- nastojanje pronalaska najlakšeg i najekonomičnijeg načina za rješavanje problema
- sposobnost apstraktnog razmišljanja
- neovisnost o konvencionalnim tehnikama rješavanja problema
- brzina učenja, razumijevanja i primjene matematičkih ideja
- sposobnost primjećivanja matematičkih obrazaca i odnosa
- analiziranje, sintetiziranje, upotreba induktivnih i deduktivnih metoda
- posjedovanje takozvane „matematičke percepcije okoliša“ (kao da su se mnoge činjenice i fenomeni prelomili kroz prizmu matematičkih odnosa).

Miller (1990, prema Freiman, 2006) prethodnom popisu dodaje još dvije karakteristike koje mogu pripomoći identifikaciji matematički nadarenih učenika - neuobičajenu radoznalost prema numeričkim informacijama i sposobnost prijenosa naučenog na nove, nepoznate matematičke situacije. U kojoj će mjeri ove značajke pridonijeti identifikaciji matematički nadarenih učenika ovisi o bogatstvu korištenih matematičkih zadataka (Assmus i Frizlar, 2018)

Vidljivo je da su se ranije spomenuti autori Krutetskii i Miller orijentirali isključivo na posjedovanje visokih matematičkih sposobnosti, istovremeno zanemarujući osobine ličnosti pojedinca koje su također vrlo važne u realizaciji darovitosti. Realizirana matematička nadarenost ishod je kognitivnih ali i nekognitivnih činitelja (Vlahović-Štetić, 2007). Stoga Singer i sur. (2016) smatraju da se karakteristike matematički darovitih mogu odvojiti u dvije temeljne skupine – sposobnosti specifične za matematiku s jedne, te općih osobina ličnosti s druge strane. U matematički specifične sposobnosti navedeni autori ubrajaju matematički senzibilitet, iznimnu memoriju, brzo ovladavanje sadržajem i njegovo strukturiranje, atipično rješavanje problema, apstraktno razmišljanje, uspješno uočavanje uzoraka i odnosa kao i sposobnost generalizacije matematičkih materijala. Kod općih osobina ličnosti autori izdvajaju intelektualnu znatiželju, motivaciju, spremnost za naporan rad, interes za rješavanje problema, upornost, otpornost na frustracije i entuzijazam za rješavanje zahtjevnih i kompliciranih zadataka (Singer i sur., 2016). Silverman (1988, prema Parish, 2014) navodi i perfekcionizam odnosno usmjeravanje pozornosti na detalje kao uobičajenu osobinu ličnosti matematički nadarenih pojedinaca. Vlahović-Štetić (2007) dodaje da bi se pozornost trebala usmjeriti i na dječja uvjerenja i stavove vezane uz matematiku jer je matematika vrlo često nepravedno na lošem glasu. Dakle, pozitivan stav prema matematici jedan je od prvih koraka ka realiziranju potencijalne matematičke darovitosti.

Svako je dijete jedinstveno i posebno. Prema tome, mora se razjasniti da spomenute sposobnosti nije nužno uvijek razviti jednako što znači da se individualni profili matematički nadarenih mogu poprilično razlikovati. Sve karakteristike različito su zastupljene kod svakog učenika, može ih posjedovati sve (neke više, neke manje

očigledne) ili može posjedovati samo neke jer nisu apsolutno sve potrebne da bi se učenik identificirao kao matematički nadaren (Assmus i Fritzlar, 2018). Upravo u ovome leži izazov detektiranja matematički darovitih učenika. Nažalost, neki matematički nadareni pojedinci možda nikada neće biti prepoznati (Pavleković, Zekić-Sušac i Đurđević, 2008).

Matematičku darovitost ne treba doživljavati kao konstantu, već je treba smatrati potencijalom koji je u određenoj mjeri, više ili manje, podložan promjeni. Borovik i Gardiner (2006, prema Parish, 2014) govore o matematičkoj darovitosti kao o potencijalu koji se može razvijati i cvjetati do spektakularnih učinaka unutar podržavajućeg okruženja. Naime, matematičke sposobnosti smatraju se dinamičkim karakteristikama koje se mogu razvijati i napredovati jedino uz omogućenu dobru potporu okoline. U suprotnom, bez podrške bliže i šire okoline, može doći do zatamljivanja i „gušenja“ potencijalne darovitosti. Vlahović-Štetić (2007) smatra da neki učenici mogu uspjeti i bez potpore okoline, ali da su oni više iznimka nego pravilo.

3.2. Matematička kreativnost

Mnogi ljudi gledaju na matematiku i kreativnost kao na dvije sušte suprotnosti zbog raširene pretpostavke da matematika uključuje isključivo znanje i primjenu strogo utvrđenih pravila, gdje nema mjesta istraživanju, otkrivanju i spontanosti. Takva percepcija matematike djelomično je posljedica neprimjerenog načina izvođenja nastave matematike koja često uključuje stroge algoritme i reprodukciju znanja čime se kod učenika sprječava razvijanje sposobnosti fleksibilnog načina razmišljanja, samostalnog prepoznavanja matematičkog problema i razvijanja originalnih ideja pri rješavanju istih (Pinter Krekić i Ivanović, 2012). Čak i danas, kada bi već trebali biti svjesni važnosti kreativne nastave, učitelji vrlo često poučavaju matematiku na način da najprije pokažu metodu rješavanja zadatka na temelju jednog ili više primjera, koju zatim učenici ponavljaju i vježbaju na sličnim zadacima. Na taj način učenici izlaze iz škole s ovladanim vještinama

računanja, no te vještine nisu sposobni upotrijebiti na smislen način i u nestandardnim situacijama (Mann, 2006). Živimo u doba kada računala i kalkulatori mogu računati puno brže i s manjom mogućnošću pogreške nego ljudi što nam dovoljno govori da cilj matematike ne može biti samo usvajanje znanja i razvijanje vještina računanja, već bi, kako naglašava istaknuti mađarski matematičar George Polya (1962, prema Grégoire, 2016), kompetentni matematičari trebali moći riješiti probleme koji zahtijevaju kreativnu primjenu matematičkih znanja u rješavanju problema. Dakle, cilj matematičkog obrazovanja je kreativno razmišljanje, a ne samo dolazak do ispravnog rješenja (Dreyfus i Eisenberg, 1966; Ginsburg, 1996, prema Mann, 2006). Unatoč tome, često su tipični školski matematički programi usredotočeni na ono što učenik radi, a ne na ono što učenik misli (Davis, 1996, prema Mann, 2005). Pinter Krekić i Ivanović (2012: 312) sumiraju navedeno ističući kako bi „glavni cilj nastave matematike trebao biti razvijanje sposobnosti razmišljanja, matematičko i kibernetičko modeliranje, primjena znanja i razvoj kreativnosti, kako u radu, tako i u životu, a ne samo usvajanje opsežnog znanja koje se stječe memoriranjem“. Kreativna primjena znanja u drugačijim i nepoznatim situacijama, predlaganje originalnih rješenja (Shriki, 2010, prema Kattou i sur. 2012) i sposobnost pronalaska brojnih i nadasve različitih odgovora u matematičkim zadacima (Sriraman, 2005) smatraju se važnim elementima matematičke uspješnosti.

Nedvojbeno najveći izazov pri istraživanju matematičke kreativnosti je nedostatak jasne, precizne i općeprihvaćene definicije tog pojma. Za razliku od kreativnosti u umjetničkom ili književnom području, matematička kreativnost je dugo vremena bila zanemarena tema. No, iako je već krajem 19. i početkom 20. stoljeća nekoliko eminentnih matematičara poput Poincarèa, Hadamarda, Hilberta i Kleina spominjalo važnost neukalupljenog razmišljanja za matematički uspjeh, tek u posljednje vrijeme kreativnost u domeni matematike privlači sve veću pozornost istraživača koji se posvećuju isključivo tome. Međutim, učenici u osnovnoj školi rijetko su u fokusu istraživanja te je kreativnost u početnoj nastavi matematike još uvijek nedovoljno istraženo područje (Assmus i Fritzlar, 2018; PintérKrekić i Ivanović, 2012).

Henri Poincaré, ugledni francuski matematičar i začetnik proučavanja matematičke kreativnosti, definirao je taj pojam jednostavno kao „mogućnost donošenja prave odluke“ (prema Assmus i Fritzlar, 2018: 66). Prema njegovu stajalištu, matematička kreativnost posljedica je interakcije svjesnog i nesvjesnog razmišljanja gdje se unutarne, nesvjesne ideje transformiraju u smisljena rješenja (Dubovicki, 2012). Ovakvu teoriju podržao je i njegov sunarodnjak Jacques Hadamard (1945, prema Pham i Cho, 2018) tvrdeći da, prilikom rješavanja matematičkih problema, kreativni pojedinac iz mnoštva ideja odabire one relevantne i povezujući ih stvara smisljena rješenja. Drugim riječima, Hadamard i Poincaré gledaju na matematičku kreativnost kao na sposobnost pravilnog odabira između dvije opcije: ideja koje dovode do kreativnog ostvarenja i onih koje ne vode ničemu novome (Sriraman, 2005).

Mnogi su autori ponudili vlastite definicije matematičke kreativnosti uzimajući u obzir tri temeljna kriterija koje kreativna ideja mora zadovoljavati - novost, korisnost u određenom kontekstu njihova stvaranja i prikladnost. Takvo određenje opće kreativnosti može se „suziti“ na domenu matematike određujući je tako kao sposobnost proizvodnje novih, korisnih i odgovarajućih rješenja za određeni problem (Ervynck, 1991, prema Pham i Cho, 2018). Amabile (2013, prema Grègoire 2016), također s obzirom na opću kreativnost, vrlo slično definira onu matematičku kao proizvodnju novog i prikladnog odgovora, produkta ili rješenja otvorenog zadatka. Autori Chamberlin i Moon (2005, prema Haavold, 2013) određuju kreativnost u matematici kao neobičnu sposobnost generiranja novih i korisnih rješenja za simulirane ili stvarno primjenjive probleme pomoću matematičkog modeliranja. Prema Ervyncku (1991, prema Nadjafikhah i Yaftian, 2013) matematička kreativnost predstavlja sposobnost stvaranja novih, korisnih i prikladnih matematičkih kombinacija iz već postojećih matematičkih koncepata ili otkrivanje nepoznatih odnosa među matematičkim činjenicama. Za stvaranje takvih kombinacija potrebna je sposobnost povezivanja naočigled nepovezivih pojmova, koncepata i teorema (Haylock, 1987, prema Mann, 2005; Pham i Cho, 2018). Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalidazeh (2011) ističu kako se matematička kreativnost sastoji od stvaranja novog plodonosnog matematičkog koncepta, otkrivanja nepoznatih odnosa među matematičkim činjenicama i reorganiziranje strukture matematičke teorije.

Nameće se pitanje – može li se učenikovo otkriće dosad već poznatog rezultata smatrati kreativnim? Prema prethodno navedenim definicijama odgovor bi bio ne. Međutim, djeca rane školske dobi su tek u početnoj fazi učenja matematike te u skladu s time i njihova matematička kreativnost mora biti definirana na drugačiji način. Primjena definicija matematičke kreativnosti odraslih na djecu je neprikladna, ali to ne znači da oni ne mogu drugačije iskazati svoju kreativnost. Sriraman (2005) smatra da kreativnost nije isključivo povezana s originalnim radom već s otkrivanjem nečeg što pojedincu na osobnoj razini nije poznato, čak i ako je rezultat poznat drugima. To znači da i u području matematike možemo razlikovati *Kreativnost* s velikim početnim slovom „K“ i *kreativnost* s malim početnim slovom „k“. Hadamard i Polya tvrde da je razlika između rada učenika koji pokušava riješiti problem u geometriji ili algebri i rada izumitelja samo u stupnju obrazovanja, a oba djela su slične naravi (Haavold, 2013; Gregoirè, 2016; Sriraman, 2005). Svatko od njih djeluje na svojoj razini. Drugim riječima, matematička kreativnost je proces koji bez obzira na složenost problema dovodi do neobičnih i iznenađujućih rješenja, a da pritom takva rješenja ne moraju biti neobična za cijelu okolinu već samo za pojedinca osobno (Sriraman, 2004).

Budući da definiranje matematičke kreativnosti samo na temelju originalnosti i korisnosti nije praktično za identifikaciju kreativnog razmišljanja, neki istraživači razlikuju definicije tog pojma na profesionalnoj razini i razini škole. Sriraman (2005) matematičku kreativnost na profesionalnoj razini definira kao: a) sposobnost stvaranja jedinstvenog rada koji znatno unapređuje to područje i/ili b) sposobnost otvaranja novih pitanja za druge matematičare. S druge strane, matematička kreativnost učenika može se definirati kao: a) proces koji rezultira neobičnim, novim ili oštroomnim rješenjem/rješenjima određenog problema i/ili b) sposobnost formuliranja novih pitanja i/ili mogućnosti sagledavanja starog problema iz novog kuta (Einstein i Inheld, 1938; Kuhn, 1962, prema Sriraman, 2005). Ovo potonje potvrđuje Ervynck (1991, prema Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalidazeh, 2011) koji rješavanje starog, poznatog problema na novi način smatra matematičkom kreativnošću. „Profesionalni“ matematičari stvaraju nove, nikad viđene teorije i formiraju hipoteze (Shen i Edwards, 2017) dok se kod učenika obično ne očekuju

takva djela izvanredne kreativnosti, ali im je svakako izvedivo ponuditi novi uvid u matematički problem (Sriraman, 2005). U nastavi matematike kreativnim se smatra svaka vrsta nereproduktivne aktivnosti koja učenike vodi k samostalnom usvajanju znanja (Czegledy, 1994, prema Pinter Krekić i Ivanović, 2012).

Matematička kreativnost je višestruki konstrukt koji uključuje konvergentno i divergentno mišljenje, pronalaženje i rješavanje problema, intrinzičnu motivaciju, prema svemu ispitujući stav te samopouzdanje (Runco, 1993, prema Mann, 2006).

Matematička kreativnost usko je povezana sa znanjem u toj domeni. Weisberg (2006, prema Kattou i sur. 2012) naglašava kako je matematičko znanje ključno za proizvodnju nečeg novog u tom području budući da ono pruža temelj iz kojeg se razvijaju nove ideje. Pojedinci, osim kreativnih sposobnosti, trebaju posjedovati i čvrste temelje znanja kako bi mogli pristupiti kreativnom rješavanju problema (Pham i Cho, 2018). Naime, nova ideja u matematici može se smatrati kreativnom samo ako je matematički valjana odnosno podržana je od strane matematičkih pravila i zakonitosti. Prema Weisbergu (2006, prema Kattou i sur. 2012) znanje vodi do stvaranja visokokvalitetnih rezultata jer se pojedinac isključivo koncentrira na otkriće ideja, a ne na manipuliranje osnovnim vještinama. Sak i Maker (2006, prema Nadjafikhah i Yaftian, 2013) također navode da je poznavanje matematičkog sadržaja komponenta koja više od bilo koje druge doprinosi matematičkom kreativnom izražavanju. Međutim, Haylock (1997) i Sternberg (2006) napominju kako višak znanja te poznavanje tehnika i pravila mogu stvoriti mentalne barijere i ograničiti kreativni potencijal (prema Kattou i sur., 2012). Percepcije učenika, kao što je to da svaki zadatak ima samo jedno točno rješenje do kojeg se može doći jedino primjenom dobro poznatih algoritama, mogu „ugušiti“ njihovu maštu te ometati njihovu znatiželju i želju za eksperimentiranjem (Mann, 2005). To se javlja kada su znanje i logika prenaplašeni i uključuje se lijeva hemisfera mozga, dok se u isto vrijeme desna hemisfera, koja se povezuje s kreativnošću, zanemaruje (Kattou i sur., 2012).

Chamberlin i Moon (2005, prema Haavold, 2013; Nadjafikhah i Yaftian, 2013; Pham i Cho, 2018) izdvajaju divergentno razmišljanje kao jednu od glavnih značajki matematičke kreativnosti. Divergentno razmišljanje u matematici se obično promatra u kontekstu originalnosti, fluentnosti i fleksibilnosti. Originalnost podrazumijeva stvaranje izvanrednih, jedinstvenih i novih ideja, a referiramo li se na školsku kreativnost, one mogu biti takve samo na osobnom nivou ili na nivou razrednog odjela. Fluentnost označava sposobnost proizvodnje velikog broja ideja, a kod djece rane školske dobi očituje se pri rješavanju matematičkog problema na nekoliko načina, pronalaženje nekoliko različitih rješenja otvorenog zadatka ili pak nastavljanje uzorka na više načina (Assmus i Fritzlar, 2018). Dok je fluentnost orijentirana na kvantitetu ideja, fleksibilnost se uglavnom odnosi na raznolikost istih, a predstavlja broj pristupa koji se vide u rješenju te se nova ideja treba bitno razlikovati od svake prethodne (Assmus i Fritzlar, 2018). Haavold (2013) dodaje još jedan kriterij važan za procjenjivanje divergentnog razmišljanja, a to je ispravnost. Naime, osim neuobičajen i originalan, odgovor mora biti i matematički ispravan te upravo to predstavlja glavnu razliku između ispitivanja divergentnog razmišljanja u drugim područjima i u matematici.

Darovitost i kreativnost se, kako i općenito tako i u području matematike, često promatraju kao usko povezani pojmovi. No, o kakvoj je točno povezanosti riječ još uvijek nije precizno određeno. Pojedini autori tvrde da je kreativnost specifična vrsta darovitosti (Sternberg, 1999, 2005), drugi smatraju da je kreativnost ključni element darovitosti (Renzulli, 1986), dok treći zagovaraju teoriju da su to dvije potpuno autonomne i jedna o drugoj neovisne značajke pojedinca (Milgram i Hong, 2009) (prema Kontoyianni i sur., 2013). Autori Assmus i Fritzlar (2018) su mnoštvo različitih perspektiva o odnosu matematičke kreativnosti i matematičke darovitosti saželi na četiri glavna pristupa:

1. Matematička kreativnost kao preduvjet za matematičku darovitost
2. Matematička kreativnost kao moguća sastavnica matematičke darovitosti
3. Matematika kreativnost kao moguća posljedica matematičke darovitosti
4. Kreativnost kao neovisno područje darovitosti.

Renzulli i Reis su 1985. godine (prema Renzulli, 2005) predložili model darovitosti u kojem taj pojam definiraju kao interakciju triju osnovnih grupa osobina čovjeka: natprosječnih općih ili specifičnih sposobnosti, iznimne predanosti zadatku (motivacija) i kreativnosti primijenjenih u nekoj domeni ljudske djelatnosti. Iz navedenog može se uočiti da spomenuti autori smatraju kreativnost neophodnim „sastojkom“ i preduvjetom za nadarenost. U domeni matematike, ovakvo stajalište zagovara Leikin (2009, prema Assmus i Fritzlar, 2018) koja matematičku nadarenost definira kao posjedovanje posebnih sposobnosti rješavanja problema te, referirajući se na Renzullija i Reisa, smatra matematičku kreativnost (uz učinkovitost rješavanja problema i predanost zadatku) jednom od tri potrebne komponente za realizaciju iste. Drugim riječima, prema ovom pristupu, kreativne sposobnosti pojedinca vide se kao uvjet za postizanje posebnih matematičkih postignuća (Assmus i Fritzlar, 2018). Međutim, za nekoliko autora (Krutetskii, 1976; Käpnick, 1988, prema Assmus i Fritzlar, 2018) matematička kreativnost nije preduvjet za matematičku darovitost, ali se može promatrati kao njezina moguća sastavnica. S obzirom da se ne očekuje da će sve sposobnosti pojedinca biti razvijene u jednakoj mjeri, zagovornici navedenog stava smatraju da razvijene kreativne sposobnosti nisu nužne za matematičku darovitost odnosno napominju da za postizanje izvanrednih matematičkih postignuća kreativne sposobnosti pojedinca nisu prioritet. Prema stajalištu da je matematička kreativnost moguća posljedica matematičke nadarenosti, matematička kreativnost se shvaća kao sposobnost stvaranja kreativnih produkata koji doprinose napretku znanja unutar domene. Prema tome, kreativna postignuća su rezervirana za vrlo malu skupinu ljudi. Primjer takvog razumijevanja odnosa kreativnosti i darovitosti u području matematike je Usiskinova osmokatna hijerarhija matematičkih talenata (Usiskin 2000, prema Sriraman, 2005). U ovoj hijerarhiji matematički talent varira od nulte (*level 0*) do sedme razine (*level 7*). Nulta razina, koju autor naziva i *no talent* razina, obuhvaća pojedince koji imaju veoma skromno znanje matematike, a razina jedan (*culturelevel*) predstavlja osobe koje posjeduju osnovno znanje matematike potrebno za funkcioniranje u svakodnevnom životu. Jasno je da autor u prve dvije razine svrstava velik dio ukupne populacije. U drugu, treću i četvrtu razinu Usiskin ubraja osobe koje imaju, prema njegovim riječima, „dobro“, „sjajno“ i „izuzetno“ znanje matematike, dok razina pet predstavlja produktivnog,

„profesionalnog“, darovitog matematičara koji objavljuje stručne i znanstvene radove u tom području. Izvanredni matematičari čiji su radovi proširili polje znanja i okvalificirani su kao najbolji u svojoj dobnoj skupini u državi nalaze se na razini šest, a najviša razina - razina sedam – predstavlja matematičke velikane poput Gaussa, Poncairèa, Eulera, Hilberta, Riemanna i drugih. Dakle, u toj hijerarhiji daroviti matematičar nalazi se na razini pet, dok se razine šest i sedam dodjeljuju osobama koje se ističu svojim kreativnim postignućima (oni su i daroviti i kreativni) što implicira da matematička kreativnost podrazumijeva darovitost, ali da obrnuto nije nužno istina (Usiskin, 2000, prema Sriraman, 2005). Navedeno potvrđuje i Sheffield (2018) koji kreativno stvaranje smatra najvišom manifestacijom darovitosti. Posljednji pristup odnosu kreativnosti i darovitosti jest da kreativnost predstavlja neovisno područje darovitosti. Haylock (1997, prema Assmus i Fritzlar, 2018) je u svojim istraživanjima ustanovio da se matematički nadareni učenici veoma razlikuju u kreativnim sposobnostima, a Subotnik (2009, prema Assmus i Fritzlar, 2018) je identificirala različite čimbenike koji utječu na darovitost, no matematička kreativnost nije među njima što bi moglo biti indikativno za činjenicu da matematička kreativnost predstavlja neovisno područje darovitosti.

Različiti pogledi na odnos matematičke darovitosti i kreativnosti plod su različitih razumijevanja tih pojmova koji nisu neovisni jedni od drugih, te kao takvi nužno ne moraju biti kontradiktorni (Assmus i Fritzlar, 2018).

4. MJERENJE MATEMATIČKE KREATIVNOSTI

Nemogućnost utvrđivanja neurobiološke osnove kreativnosti uvelike je otežalo razvoj testova i kriterija za njezino mjerenje, s obzirom da se, do pedesetih godina prošlog stoljeća, kreativnost smatrala psihološkom osobinom samo izabranih iznimno talentiranih pojedinaca čiji se rad prepoznavao isključivo stvaranjem izvanrednih produkata. Nakon druge polovice prošlog stoljeća i Guilfordovih istraživanja, dolazi se do saznanja da je kreativnost kao osobina široko rasprostranjena u općoj populaciji te da se može postupno razvijati i mjeriti (Barbot, Besançon i Lubart, 2011). Taj novi pristup kreativnosti predstavlja polazište za suvremeno shvaćanje tog pojma u kojem se fokus stavlja na svakodnevnu kreativnost (*mini-c* i *little-c* kreativnost) čije je mjerenje potrebno kako bi se pratio razvoj kreativnih sposobnosti svakog pojedinca ili skupine. Osim praćenja kreativnog razvoja, rezultati kontinuirano provedenih testova za mjerenje kreativnosti mogu pomoći pri izdvajanju čimbenika koji mogu biti odgovorni za povećanu (ili smanjenu) kreativnost čime će se olakšati stvaranje adekvatnog kreativno poticajnog okruženja (Vanconcelos, 2017).

Iako postoji rastući interes za kreativnost u području matematike, i dalje ne postoje valjani i dovoljno pouzdani testovi za procjenu kreativnosti u tom području (Akgul i Kahveci, 2016). Različiti su istraživači ponudili svoje verzije testova za mjerenje matematičke kreativnosti koje su koristili u vlastitim istraživanjima. Jedan od poznatijih takvih testova je „*Creative Ability in Mathematics Test*“ (CAMT) od autora Balke (1974, prema Mann, 2006). Njegov instrument razvijen je na temelju odgovora na njegovu *Creative Ability in Mathematics* anketu koju je proslijedio nasumično odabranoj skupini od sto matematičara, sto sveučilišnih profesora matematike i isto toliko srednjoškolskih nastavnika matematike. Od ponuđenih 25 kriterija potrebnih za kreativnu produkciju u anketi, autor je zadržao samo one za koje je od strane ispitanika postojala suglasnost od najmanje 80%, a to su: „sposobnost formuliranja matematičkih hipoteza u pogledu uzroka ili posljedice određene matematičke situacije; sposobnost uočavanja uzoraka u matematičkim

situacijama; sposobnost „probijanja“ ranije utvrđenih mentalnih barijera (fiksacija); sposobnost promišljanja i procjenjivanja novonastalih ideja; sposobnost da se osjeti što nedostaje u određenoj matematičkoj situaciji i sposobnost raščlanjivanja općih matematičkih problema u određene podprobleme“ (Balka, 1974, prema Mann, 2005: 27). Vodeći računa o tim karakteristikama kreativnog matematičkog razmišljanja, osmislio je zadatke za koje je smatrao da ispituju sve navedeno. Test je namijenjen učenicima šestog, sedmog i osmog razreda osnovne škole. Sastoji se od šest matematičkih zadataka/problema, od kojih je pet usmjereno na divergentnu produkciju ideja, a samo jedan zadatak, zadatak uočavanja uzoraka, zahtjeva jedno rješenje (Balka, 1974, prema Mann, 2005).

Osim navedenog, izdvaja se i Haylockov (1984, prema Mann, 2005) „*Test for Discovering Mathematical Creativity*“, namijenjen starijim osnovnoškolcima u kojem se ispituje divergentno mišljenje učenika, točnije fluentnost, fleksibilnost i originalnost odgovora.

Kattou i sur. (2013) razvili su „*Mathematical Creativity Test*“ (*MCT*) namijenjen djeci od devet do dvanaest godina, a sastoji se od 5 zadataka otvorenog tipa koji imaju više rješenja. Dakle, od učenika se traži da generira što je moguće veći broj originalnih odgovora.

„*Sharma i Sansanwal Mathematical Creativity Test (S²MCT)*“ sastoji se od 20 stavki koje se odnose na rješavanje matematičkih problema, prevladavanje fiksacija i sastavljanje vlastitih matematičkih problema. Test je namijenjen učenicima od 14 do 17 godina. U testu se procjenjivala fluentnost, fleksibilnost i originalnost odgovora (prema Sharma, 2014).

Ranije spomenuti autori inkorporirali su u svoje testove više tipova zadataka kao što su oni otvorenog tipa koji imaju više rješenja, rješavanje matematičkih problema ili formuliranje vlastitih. Pojedini autori su se konkretno bazirali na jednu od tih aktivnosti kao što su Lee-Hwang i Seo (2003, prema Walia i Walia, 2017) i njihov „*Creative Problem-Solving*“ test. Getzels i Jackson (1962, prema Mann, 2005),

usmjerivši se na učenikovu sposobnost formuliranja vlastitih zadataka, kreirali su „*Make-up Problems Test*“, a Jensen (1973, prema Mann, 2005) je, modificirajući prethodno navedeni test, razvio test pod nazivom „*How Many Questions Game*“.

Neki su se autori usmjerili samo na pojedinu granu matematike. Singh (1984, prema Walia i Walia, 2017) je kreirao test za procjenu kreativnosti u aritmetici, dok su se Sayed i Demerdash (2008, prema Walia i Walia, 2017) usmjerili na geometrijsku kreativnost. Autor Manchanda (2013, prema Walia i Walia, 2017) je još konkretnije pristupio kreirajući test matematičke kreativnosti kako bi procijenio učinak korištenja abakusa na razvoj matematičke kreativnosti učenika trećeg razreda.

Prema prethodno navedenim testovima može se zaključiti da postoji vrlo malo onih koji bi bili orijentirani na mjerenje kreativnosti učenika razredne nastave. Osim toga, svi nabrojani testovi ispituju isključivo divergentno razmišljanje učenika u smislu proizvodnje što većeg broja originalnih ideja. No, kako znamo da je matematička kreativnost konstrukt koji uključuje divergentno i konvergentno mišljenje, podatak o divergentnom razmišljanju učenika nipošto nije dovoljan pokazatelj matematičke kreativnosti (Maksić, 2006; Runco, 1993, prema Mann, 2006). No, veliki korak naprijed u tom pogledu je razvijanje najnovijeg testa mjerenja kreativnosti u različitim područjima (među kojima je i ono matematičko), a isti je test, čija je popularna skraćenica EPoC, ujedno i prvi koji mjeri i konvergentno i divergentno razmišljanje učenika. Također, spomenuti test namijenjen je djeci i mladima od predškolske dobi do završetka srednje škole što ga čini široko uporabljivim. Stoga je razvoj EPoC-a neosporno značajan doprinos daljnjem istraživanju, poimanju i mjerenju matematičke kreativnosti.

4.1. EPoC test

EPoC test (Evaluation of Potential for Creativity) je relativno novi instrument za mjerenje potencijalne kreativnosti kod djece i adolescenata od 5. do 18. godine života. Proučavanjem, sintezom i proširivanjem dotadašnjih mjernih instrumenata,

razvili su ga Todd Lubart, Maud Besançon i Baptiste Barbot na pariškom sveučilištu Université Paris Descartes. Nastao je na temelju suvremenog teorijskog okvira u kojem se kreativnost određuje kao višeznačan konstrukt specifičan za određenu domenu i koji uključuje više komponenata. Sukladno tome, test ispituje divergentno-eksplorativne i konvergentno-integrativne procese mišljenja u određenim domenama, za razliku od prethodnih mjernih instrumenata koji su obično mjerili samo jednu komponentu (Barbot, Besançon i Lubart, 2011). Do sada su, pored inačice na francuskom jeziku, objavljene inačice testa na engleskom, njemačkom, arapskom i turskom, a trenutno se, između ostalog, radi i na razvoju hrvatske inačice (Lončarić, 2018). Domene koje obuhvaća EPoC test su: verbalno – literarna, grafičko – slikovna, socijalno – interpersonalna, znanstveno – istraživačka, matematička, glazbena i tjelesno – kinestetička (Barbot, Besançon i Lubart, 2011). Lončarić (2018) pojašnjava kako su testovi iz različitih područja u različitim etapama razvoja što određuje mogućnost i modalitet njegove uporabe u Hrvatskoj. EPoC test iz matematičke domene nije u najvišoj fazi razvoja, ali se može koristiti uz suglasnost autora (Lončarić, 2018). Matematički EPoC test sastoji se od četiri zadatka – dva zadatka numeričkog tipa i isto toliko zadataka geometrijskog tipa. EPoC test ima dva obrasca (obrazac A i obrazac B koji sadrže vrlo slične zadatke) koji služe za procjenjivanje napretka učenika nakon prvog testiranja. Preciznije rečeno, nakon što učenici riješe A obrazac trebalo bi proći izvjesno vrijeme prije negoli pristupe rješavanju B obrasca kako bi se mogla procijeniti učinkovitost provedenih strategija za razvoj matematičke kreativnosti (Barbot, Besançon i Lubart, 2011). Radna verzija jednog obrasca računalnog matematičkog EPoC testa nalazi se u prilogu 1. Geometrijski dio testa sastoji se od dva zadatka, jednog konvergentno-integrativnog tipa u kojem se mora izgraditi jedan lik sa što više stranica koristeći zadane predloške (kvadrate i pravokutnike) i jednog divergentno-eksploratornog tipa u kojem traži izrada više originalnih oblika. Numerički dio testa također se sastoji od dva tipa zadatka u kojem se u jednom traži produkcija što većeg broja ideja, dok je drugi orijentiran na jedno rješenje, ali uz više kriterija koji se moraju ispoštovati.

5. RAZVIJANJE MATEMATIČKE KREATIVNOSTI

„Čini se da postoji nešto u načinu na koji se nastavni predmet Matematika poučava i ocjenjuje u školama koji potiče djecu da razmišljaju usko, da se oslanjaju na rutinske procese i algoritme te da razmišljaju o matematičkim problemima na pretežito konvergentan način, budući da se pristupi koji teže fleksibilnom i divergentnom razmišljanju i oslobađanju od stereotipnog načina rješavanja, prevladavanju fiksacija, pokazivanju nečeg višeg od pridržavanja već isprobanih, uspješnih rutina nažalost zanemaruju“ (Haylock, 1987: 59,60, prema Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012: 288).

Zakoračili smo u novo doba u kojem vještine kao što su kreativnost, intuicija, sposobnost brze prilagodbe i povezivanja naočigled nepovezivih informacija u nešto novo i drugačije postaju sve važnije. Potpuno je neupitno da su kreativne sposobnosti potrebne za svakodnevne izazove života u 21. stoljeću. Štoviše, Ken Robinson, jedan od najutjecajnijih stručnjaka na području kreativnosti u obrazovanju i najvjerojatnije jedan od najvećih kritičara sadašnjeg obrazovanja čiji su govori potaknuli mnoge da preispitaju svoje djelovanje i započnu s reformama svojih obrazovnih sustava, tvrdi kako je kreativnost, „jednako važna kao i pismenost te se prema njoj trebamo jednako odnositi“². Stoga bi jedan od glavnih ciljeva svakog obrazovnog sustava trebao biti poticanje razvoja kreativnih sposobnosti svakog učenika.

Kreativnost je dinamično svojstvo ljudskog uma koje se može i mora razvijati (Kunac, 2015; Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012). Laički, može se reći da je kreativnost vještina kao i svaka druga - poput pisanja, govora ili bavljenja nekim sportom te se kao takva može učiti, razvijati i usavršavati uz dovoljno upornosti, truda, vremena i volje. Kao što je i ranije navedeno, smatra se da je svako dijete rođeno s određenom dozom kreativnosti i sposobno je kreativno se izraziti, samo ga je potrebno potaknuti (Gnedenko, 1991, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou,

²Ken Robinson: „Do schools kill creativity?“ preuzeto 5. ožujka 2020. s https://www.ted.com/talks/sir_ken_robinson_do_schools_kill_creativity?language=hr

2018; Sharp, 2004; Turk, 2009). Poticanje i razvijanje kreativnosti kod djece priprema je za budućnost (Bruner, 1962, prema Runco, 2004; Shriki, 2010), olakšava prilagodbu novim situacijama i omogućava upotrebu već stečenog znanja na potpuno drugačiji način nego dosad. Djeci, naročito onoj mlađoj, učenje dolazi prirodno, pristupaju mu s entuzijazmom „gladni“ znanja i novih spoznaja, ulažu napor a da ga nisu niti svjesni te je ono za njih radost i izvor užitka. Upravo zato je vrlo važno iskoristiti spomenute prednosti i učenike, već od najmlađeg uzrasta, okružiti kreativnim poticajima, a ne sputavati njihov urođeni kreativni potencijal. Gnedenko (1991, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018) upućuje oštru kritiku školstvu tvrdeći kako se prirodno urođena kreativnost kod učenika ograničava obrazovnim sustavom, što znači da prisutnost odnosno odsutnost određenih faktora u školi utječe na njegovu kreativnost. Ti se faktori mogu odnositi na raspoložive resurse i materijale, okruženje, pedagošku praksu, kulturu škole i društva u kojem se škola nalazi, kao i na ponašanje učitelja i njegov odnos s učenicima (Vasconcelos, 2017).

Iako se ne može izravno poučavati kreativnost, može se *poučavati za kreativnost* (Kaufman i Sternberg, 2007, prema Pham i Cho, 2017). Wheeler (2002, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018) tvrdi da su učitelji ključ poticanja i razvoja kreativnog razmišljanja u školi. Kako bi se potaknuo razvoj matematičke kreativnosti učitelji trebaju biti spremni prepoznati, njegovati i „izvući“ kreativni potencijal učenika (Beghetto i Kaufman, 2009, prema Shriki, 2010). Vale i Barbosa (2015) naglašavaju kako kreativnost mora biti dio matematičkog programa na svim obrazovnim razinama, ali smatraju da se i dalje zanemaruje na satovima matematike jer učitelji još uvijek nisu svjesni njezine važnosti u tom području. Shriki (2010) se nadovezuje na navedeno govoreći kako mnogi učitelji ne posjeduju sposobnosti potrebne za integraciju aktivnosti koje potiču kreativnost učenika uglavnom zbog nedostatka prethodnog iskustva i nedovoljno usvojenog znanja. Naime, školsko okruženje koje promiče kreativnost se ne može uspostaviti bez snažne učiteljske uključenosti. To bi mogao biti problem, smatra Grègoire (2016), jer većina učitelja ima malo ili nimalo iskustva s matematičkom kreativnosti. Nadalje, budući da njihova matematička stručnost može biti ograničena, oni često nisu dovoljno samopouzdana u prenošenju matematičkog znanja i neskloni su istraživanju novih

načina i pristupa poučavanja matematike (Grègoire,2016). Stoga bi se, kao prvi korak k poticanju i razvijanju matematičke kreativnosti, posebna pozornost trebala posvetiti osposobljavanju učitelja. Cilj takvog osposobljavanja je spoznavanje važnosti poticanja kreativnosti i nadograđivanje znanja u domeni matematike kako bi se učitelji osjećali samouvjereno i sigurno (matematički i pedagoški) pri osmišljavanju i provođenju odgovarajućih aktivnosti u učionici (Leikin, 2009, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018).

Prvi korak prema poticanju kreativnosti učenika je da učitelji ne budu fokusirani isključivo na učenikove točne odgovore, odgovarajuće postupke, brzinu i preciznost pri rješavanju matematičkih problema. Dapače, trebaju im dati „priliku za istraživanje, stvaranje pretpostavki, hipoteza, opovrgavanje ili potvrđivanje istih, prilagođavanje strategija, osmišljavanje planova, zaključivanje i opravdavanje zaključaka te detaljnije promišljanje o njima“ (Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012: 289). Razvoj matematičke kreativnosti potiče se uključivanjem učenika u istraživanja, pritom vodeći računa o njihovim afinitetima i interesima, a ne ograničavanjem njihova kreativnog potencijala standardnim zadacima s tipičnim rješenjima gdje moraju samo primijeniti usvojena pravila i algoritme (Mann, 2006). Inzistiranje na zadacima koji iziskuju upotrebu isključivo naučenih strogih pravila sprječava učenike u raspoznavanju suštine problema kojeg treba riješiti. Stoga bi trebalo, smatra Haylock (1987, prema Shriki, 2010), učenike suočiti s problemima čija rješenja nisu evidentna „na prvu“ i zahtijevaju širi pristup njihovoj rješavanju. Drugim riječima, treba težiti k pristupima koji potiču učenike da generiraju različita rješenja za problem, a ne konstantno pribjegavati tradicionalnom modelu nastave (Beghetto, 2010, prema Pham i Cho, 2018).

Djeca prirodno posjeduju ogroman potencijal za pronalazak jedinstvenih i originalnih načina rješavanja problema (Yushau, Mji i Wessels, 2005). Kako bi se aktivirao taj potencijal i potaknulo njihovo kreativno razmišljanje, Freiman (2006) smatra da učenike treba suočiti s izazovnim matematičkim problemima i situacijama. Takvi problemi i situacije trebaju potaknuti učenika da razmisli o nedostatnosti svojeg znanja te da kreira nove ideje prilagođavajući se novim uvjetima i aktivirajući svoj

intelektualni potencijal. Prilikom rješavanja takvih problema učenik postepeno napreduje sve dalje i dalje, postavlja nova pitanja, istražuje, te u konačnici dolazi do kreativnog rješenja. Autori Yushau, Mji i Wessels (2005) naglašavaju da prilikom odabira navedenih aktivnosti učitelj treba obratiti pozornost na dvije stvari: prvo, problem/zadatak ne smije biti previše zahtjevan odnosno njegovo rješenje mora biti dostižno sa znanjem matematike kojeg učenici već posjeduju, i drugo, kontekst problema/zadatka mora biti blizak učenicima odnosno treba biti povezan s njihovim svakodnevnim životnim iskustvima te pokrivati područja interesa učenika. U suprotnom, ako se navedeni kriteriji zanemare, učenici matematički problem mogu smatrati monotonim i nezanimljivim što dovodi do kontraefekta i „gušenja“ učenikovog kreativnog potencijala. Učenici se moraju moći identificirati s matematičkim problemima i njihovim mogućim rješenjima, a to je moguće jedino ako su zadani problemi njima prikladni, važni, zanimljivi, intrigantni i izazovni (Meissner, 2000, prema Yushau, Mji i Wessels, 2005). Sumirano, učitelji pri odabiru adekvatnih aktivnosti koji će potaknuti razvoj matematičke kreativnosti moraju voditi računa o područjima interesa učenika te ta područja ispreplesti s relevantnim matematičkim sadržajem.

Nadalje, Mann (2005) ističe kako naglasak treba biti stavljen na stvaranje autentičnih situacija učenja u kojima učenici moraju razmišljati „izvan okvira“, primijeniti naučeno u rješavanju nepoznatih problema, zaključivati i procjenjivati novonastale ideje odnosno, kako ističe Shriki (2010), učitelji adekvatnim aktivnostima trebaju omogućiti učenicima da čine sve ono što čine i „profesionalni“ matematičari, samo na svojoj obrazovnoj razini.

Istraživanja o tome kakvi zadaci i aktivnosti pokreću kreativno ponašanje pojedinca su uvijek u središtu pozornosti. Nekoliko je autora, na temelju provedenih istraživanja, utvrdilo da sljedeće aktivnosti pozitivno utječu na razvoj matematičke kreativnosti kod učenika: sudjelovanje u matematičkim istraživanjima (Mann, 2006), rješavanje zadataka otvorenog tipa (Kwon i sur., 2006, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018), formuliranje vlastitih matematičkih problema i zadataka (Chamberlin i Moon, 2005, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018) te hvatanje

ukoštac s zadacima koji imaju više rješenja (Leikin i Lev, 2007). Osim toga, Palsdottir i Sriraman (2017, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018) veliku priliku za razvoj matematičkih kreativnih sposobnosti vide i u omogućavanju učenicima da samostalno odlučuju o načinu predstavljanja dobivenih rezultata.

Različiti čimbenici koji sačinjavaju kreativnost su u dinamičnoj interakciji prilikom pokušavanja pronalaska kreativnog rješenja. Svaka komponenta ne funkcionira samostalno. Prema tome, čak i uz aktivno divergentno razmišljanje, ograničeno i nedovoljno poznavanje osnovnih matematičkih koncepata i vještina rezultirat će idejama, rješenjima i proizvodima niske kvalitete i obrnuto. Autori Pham i Cho (2018) naglašavaju kako je jedna od pogrešaka, kojoj su učitelji skloni u svojim nastojanjima da potiču matematičku kreativnost, usredotočenost samo na jednu komponentu – divergentno razmišljanje. Učitelji koji promiču poučavanje za kreativnost mogu biti prilično nemarni kada je u pitanju učenikovo usvajanje znanja i razvijanje vještina. Učenici moraju biti upoznati s matematičkim konceptima i vještinama jer ono pruža temelj iz kojeg se nove ideje razvijaju (Weisberg, 2006, prema Kattou i sur. 2012). Stoga je potrebno osigurati uravnotežen razvoj obje komponente. Drugim riječima, učitelj treba pogoditi pravi omjer razvoja stručnosti i kreativnog razmišljanja učenika (Gregoir, 2016). Neuravnoteženi fokus samo na jedno ili drugo može ugroziti razvoj njihove matematičke kreativnosti.

Autorice Shen i Edwards (2017) intervjuirale su trideset američkih učitelja i nastavnika ispitujući njihova stajališta i dosadašnja iskustva vezana uz poticanje matematičke kreativnosti. Ispitanici su, osim adekvatnog odabira zadataka i aktivnosti, uglavnom u svojim odgovorima isticali sljedeće strategije za promicanje matematičkog kreativnog razmišljanja učenika: a) osiguravanje emocionalno sigurnog, ohrabrujućeg i poticajnog okruženja; b) obogaćivanje matematičkog sadržaja, i c) davanje više slobode i odgovornosti učenicima. Osim navedenog, mnogi autori (Grègoire, 2016; John-Steiner, 2000, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018; Neumann, 2007, prema Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012; Shriki, 2010; Sriraman, 2005; Sriraman, 2009, prema Shriki, 2010) izdvajaju

vrlo važnu ulogu društvenih interakcija u razrednom odjelu pri pokretanju učenikovog kreativnog djelovanja.

Istraživanja o razvijanju kreativnih sposobnosti pokazuju da ono snažno ovisi o okruženju u kojem se odvija učenje (Kaufman i Sternberg, 2006, prema Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012). Učitelji su tu najvažniji. Oni bi trebali stvoriti okruženje koje će unaprijediti učenikove ne kognitivne komponente potrebne za kreativno djelovanje, kao što su: motivacija, znatiželja, maštovitost, samopouzdanje, fleksibilnost, sreća i zadovoljstvo (Yushau, Mji i Wessels, 2005). Osiguravanje emocionalno sigurnog, ohrabrujućeg i poticajnog okruženja, u kojem se učenici mogu slobodno izjašnjavati bez straha od osuđivanja, od ogromne je važnosti. Učenike valja poticati da iznesu svoje ideje i uvide (Sriraman, 2005), da preuzimaju rizike (Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012) i naprave pogrešku bez straha da budu kritizirani (Goldin, 2009; Koichu i Orey, 2010; Sheffield, 2009, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018). Učenici će se, na putu do kreativnog rješenja, vjerojatno susresti s mnogim preprekama i pogreškama. Treba ih ohrabriti da se uhvate ukoštac s tim rizikom (Mann, 2006; Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012). Obeshrabrivanje preuzimanja rizika sprječava učenike da dožive „pravu matematiku“ i narušava razvoj njihove matematičke kreativnosti (Pham i Cho, 2018). Naime, stvaranje pogrešaka sastavni je dio svakodnevnog učenja matematike. Štoviše, one su dobrodošle kao normalan i očekivan dio procesa traženja uspješnih kreativnih rješenja i „odskočna su daska“ za dolaženje do njih (Polya, 1957, prema Yushau, Mji i Wessels, 2005; Shen i Edwards, 2017). Toga moraju biti svjesni učenici, ali i učitelji. Učitelji trebaju poticati i nagrađivati učenička istraživanja čak i u situacijama kada učenici idu u pogrešnom smjeru i proizvode neprikladna rješenja. Njihova istraživanja, bez obzira na moguće pogreške, moraju biti povezana sa pozitivnim emocijama što će ih potaknuti da to učine ponovno kako bi doživjeli jednako zadovoljstvo (Grègoire, 2016). Dakle, učitelji, da bi stvorili kvalitetno okruženje za razvoj kreativnosti, trebaju: poticati učenike da se izraze, budu inovativni, istražuju, isprobavaju različite pristupe rješavanja problema i da ulaze u zadatak „otvorenog uma“ (Chan, 2007, prema Pham i Cho, 2018); prepoznati napore i ustrajnost učenika u rješavanju problema čija rješenja nisu lako dostupna; cijiniti

učenikov svaki pokušaj pronalaska originalnog rješenja; poticati učenike da se „bore“ i da ne odustaju od pronalaska rješenja te ih pozivati da nastave razmišljati i pokušavati (Shen i Edwards, 2017); prepoznati kvalitetu neočekivanih ideja učenika; hrabriti učenike da preuzmu rizike bez straha od posljedica zbog neuspjeha (Pham i Cho, 2018; Shen i Edwards, 2017), te ih treba naučiti da cijene svoje i tuđe kreativne napore (Yushau, Mji i Wessels, 2005). Prilikom suočavanja učenika s izazovnim problemima, učitelj ih treba voditi prema rješenju bez previše uplitanja. Nudeći samo potrebne naznake i odgovarajuće smjernice učitelj im pruža priliku da se sami suoče s izazovnim problemom te dodatno analiziraju svoje ideje s ciljem pronalaska novih perspektiva za njegovo razumijevanje (Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012). Učitelj je samo vodič kroz „matematičku džunglu“ (Yushau, Mji i Wessels, 2005: 16), a učenik si sam treba raskrčiti put.

Istovremeno, učenicima se treba osigurati dovoljno vremena za razmišljanje, istraživanje i eksperimentiranje bez pritiska od strane učitelja ili vršnjaka (Pham i Cho, 2018). Međutim, to je lakše reći nego učiniti. Nastavni programi često ne dopuštaju učiteljima da odvoje vrijeme za učenje otkrivanjem. Velika količina matematičkog sadržaja, kojeg moraju usvojiti u relativno kratkom vremenskom periodu, učenicima uglavnom ne dozvoljava suočavanje sa zadacima otvorenog tipa koji zahtijevaju kombinaciju konvergentnog i divergentnog razmišljanja (Lijedahl i Sriraman, 2006, prema Pham i Cho, 2018; Mann, 2006), kao ni susretanje s takozvanim „*real-life*“ matematičkim problemima (Freiman, 2006; Pham i Cho, 2018). Nedostatak takvih aktivnosti u konačnici će rezultirati „teškim snalaženjem učenika u nepoznatim situacijama u kojima je potrebna kreativnost, originalnost i sagledavanje problema iz više različitih kutova“ (Mann, 2006: 248). Kako ne bi došlo do toga, učitelj mora „udisati život“ u inače prilično kruti matematički program. Redizajniranjem lekcija, njihovim obogaćivanjem novim i raznovrsnim sadržajima, integriranjem izazovnih problema u sadržaj, pokazivanjem različitih načina rješavanja problema i pronalaženjem vremena da učenici objasne svoje ideje ostatku razreda i međusobno ih komentiraju, učitelji će učenicima stvoriti nova iskustva učenja te im pružiti priliku da steknu dublje matematičko znanje i razviju svoje kreativne sposobnosti (Shen i Edwards, 2017).

Nadalje, učitelji bi učenicima trebali pružiti priliku za samoinicijativno učenje. Pretjerani nadzor učenika, previše oslanjanja na propisani program i nepriznavanje vrijednosti nečega što je učenik odradio na vlastitu inicijativu komponente su koje ometaju stvaranje okruženja pogodnog za promicanje njihova kreativnog razmišljanja (Paul i Kathy, 1990, prema Yushau, Mji i Wessels, 2005). Učenicima treba dati više slobode tijekom odabira aktivnosti i njenog provođenja te im dopustiti da sami odaberu način predstavljanja rezultata, a oni bi trebali vjerovati da je to stvarno njihov rad a ne učiteljev (Palsdottir i Sriraman, 2017, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018; Shen i Edwards, 2017; Yushau, Mji i Wessels, 2005).

Stvaranje okruženja u kojem učenici mogu slobodno međusobno raspravljati o svojim matematičkim idejama od vitalne je važnosti za razvoj njihovih kreativnih sposobnosti (Grègoire, 2016; Pham i Cho, 2018; Sawyer, 2007, prema Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012; Selby i sur. 2005, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018). Autori John-Steiner (2000, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018) i Neumann (2007, prema Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012) su, kroz svoja kontinuirana promatranja kreativnih pojedinaca, zaključili da su se mnogi njihovi kreativni uvidi oslanjali na suradnju i socijalnu podršku. Naime, iako se nova ideja obično pripisuje njezinom tvorcu, ona je rezultat interakcije s drugima. Slično zaključuje i Sriraman (2009, prema Shriki, 2010) koji je, u sklopu studije koja je za cilj imala uvid u prirodu matematičke kreativnosti, intervjuirao pet istaknutih matematičara. Svi su ispitanici, kao važan aspekt pokretanja kreativnog djelovanja, istaknuli upravo društvenu interakciju. Ljudska interakcija podupire razvoj kreativnosti zbog činjenice da se kreativne ideje uglavnom razvijaju razmjenom istih (Shriki, 2010). Na taj se način nove ideje nadograđuju i, one naizgled beznačajne, proširuju (Makel i Plucker, 2007, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018). Raspravljanje o matematici, matematičkim idejama, dijeljenje misli te iznošenje i argumentiranje svojih zaključaka razrednim kolegama tjera učenike na dublje razmišljanje i pomaže im razjasniti, organizirati, konsolidirati i obogatiti svoje ideje. Prema tome, učenicima je potrebno pružiti priliku za međusobnu komunikaciju i raspravu o matematičkim idejama i konceptima (Sriraman, 2005).

Nadalje, kreativnosti usmjerena nastava mora iskoristiti blagodati tehnologije (Idris i Nor, 2010; Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018; Yushau, Mji i Wessels, 2005). Živimo u 21. stoljeću, vremenu kada je tehnološki napredak uzeo maha i šteta bi bilo ne iskoristiti ga u obrazovne svrhe. Upravo je obrazovni sektor jedan od sektora koji je imao najviše koristi od tehnološkog napretka te zahvaljujući tome vrijeme i prostor više nisu prepreke obrazovanju. Trenutne povratne informacije, brzina pronalaska istih, raspon informacija i interaktivnost samo su neke od prednosti koje nudi tehnologija. Nekoliko se istraživača fokusiralo na odnos tehnologije i razvoja matematičke kreativnosti (Sophocleus i Pitta Pantazi, 2011, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018; Yushau, Mji i Wessels, 2005). Svi se slažu u jednome – ako se koristi dovoljno učinkovito, tehnologija može izuzetno pozitivno utjecati na razvoj matematičke kreativnosti učenika. Vješti učitelj će korištenjem raznih tehnoloških alata, kao što su računala i tableti, stvoriti bogato okruženje za učenje, a takvo okruženje će motivirati učenike za bolji angažman u matematičkim aktivnostima koje potiču njihovu kreativnost (Idris i Nor, 2010; Yushau, Mji i Wessels, 2005). Jedna od glavnih prednosti korištenja računala u nastavi matematike je vizualizacija. Edwards (2001, prema Yushau, Mji i Wessels, 2005) tvrdi da je upravo sposobnost vizualnog razmišljanja, što učeniku omogućuje promatranje problema iz različitih perspektiva, jedna od glavnih komponenti matematičke kreativnosti. Apstraktni matematički koncepti lakše se mogu razumjeti pomoću računala, njihovim grafičkim prikazom ili animacijama, nego što je to slučaj kod tradicionalnih nastavnih sredstava ili pomagala (Idris i Nor, 2010; Sophocleus i Pitta Pantazi, 2011, prema Pitta-Pantazi, Kattou i Christou, 2018). Osim toga, uporaba tehnologije štedi vrijeme i pruža jasnije grafičke prikaze od onih koje bi učitelj napravio (Yushau, Mji i Wessels, 2005). To se može uočiti kod učenja trodimenzionalnih objekata koje je teško i vremenski neisplativo crtati na ploči. Uz pomoć računala to se može učiniti lakše i u vrlo kratkom vremenu čime se štedi dragocjeno i ograničeno vrijeme učitelja, istovremeno ostavljajući više vremena i prilika za kreativan rad.

6. O MATEMATIČKOJ KREATIVNOSTI U KURIKULUMU I NASTAVI

U okviru konstantno prisutnih previranja oko toga koja znanja, vještine i karakteristike učenici moraju usvojiti i razviti tijekom svog školovanja, može se reći da kreativnost predstavlja jednu od karakteristika o čijoj ulozi i značaju, u novije vrijeme, među stručnjacima postoji visok stupanj suglasnosti. To su prepoznale države Južna Koreja (Cho, 1995), Singapur (Gob, 1997) i Tajvan (Chen, 2004), poznate i kao države koje ulažu mnogo sredstava i promišljanja u svoje obrazovne sustave te postižu izuzetne rezultate na svim međunarodnim ispitivanjima, koje su poticanje kreativnosti u školama učinili prioritetom u svim školskim predmetima, pa tako i u matematici (prema Pham i Cho, 2018). U Finskoj, koja također slovi kao jedna od najuspješnijih zemalja u području obrazovanja, stavljen je naglasak na fleksibilno i kreativno procesuiranje složenih matematičkih situacija (Krzywacki, Pehkonen i Laine, 2016). U SAD-u Nacionalno vijeće nastavnika matematike (NCTM, 2000), najveća svjetska organizacija koja se bavi matematičkim obrazovanjem, pojašnjava kako je vrlo bitno učenike što je moguće ranije opskrbiti i suočiti s izazovnim problemima koji mogu stimulirati razvoj njihova kreativnog matematičkog razmišljanja (Robelen, 2012, prema Pham i Cho, 2018). Čini se da su navedene države prepoznale potrebu odmicanja od naglaska na pamćenju velikog broja informacija i usmjeravaju se ka „školi 21. stoljeća“ – otvorenoj i fleksibilnoj školi, koja uvažava potrebe i prati interese učenika te potiče njihovo kreativno razmišljanje u svim područjima, pa tako i u onom matematičkom. Takav primjer trebali bi slijediti i obrazovni sustavi svih ostalih država. Slijedi li ga Hrvatska?

U posljednje vrijeme svjedočimo eskalaciji interesa o prirodi, mjestu i važnosti kreativnosti u hrvatskom obrazovnom sustavu. Sve se više o tome govori. No, je li ostalo samo na riječima ili se nešto po tom pitanju i poduzima? Sudeći prema školskoj zakonskoj regulativi čini se da ide nabolje. U aktualnim obrazovnim dokumentima i propisima istaknuta je potreba za razvojem kreativnosti i ono se smatra značajnim odgojno-obrazovnim ciljem. Tako je u Nastavnom planu i

programu (2006: 10) naglašeno da je hrvatska nacionalna odgojno-obrazovna politika „usmjerena na stvaralaštvo, inovativnost, osposobljenost za usavršavanje te potrebu cjeloživotnog obrazovanja“. U Nacionalnom okvirnom kurikulumu za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje (2010) razvoj kreativnosti učenika jedan je od glavnih odgojno-obrazovnih ciljeva. Konkretno gledajući matematičko područje, u istom dokumentu stoji da „matematičko obrazovanje učenicima omogućuje postavljanje i rješavanje matematičkih problema, potičući ih pritom na istraživanje, sustavnost, kreativnost, korištenje informacija iz različitih izvora, samostalnost i ustrajnost“ (2010: 115). Nadalje, u sklopu aktualne cjelovite kurikularne reforme iznijet je prijedlog novog, dopunjenog Nacionalnog okvirnog kurikulum³ (2016) u kojem se još više pažnje posvećuje razvoju kreativnih sposobnosti učenika i stavlja se naglasak na poticanje složenijih oblika mišljenja koje omogućuju odmicanje od rutinskog usvajanja činjenica, poticanje rješavanja problema te razvoj kritičkog razmišljanja, kreativnosti i inovativnosti. Dakle, poticanje razvoja matematičke kreativnosti učenika jest poželjan cilj suvremenih obrazovnih sustava, i kao takav nalazi se u hrvatskim obrazovnim dokumentima i propisima. No, kakva je situacija u praksi? Čini se, mnogo lošija. Stječe se dojam da je opredjeljenje za stimuliranje kreativnog ponašanja učenika u razrednoj nastavi više na deklarativnoj razini nego što se ono doista ostvaruje u školskoj realnosti. A realnost je takva da učitelji ili udžbenici najčešće daju predložak algoritamskog rješenja i učenici imitiranjem (mehaničkim ponavljanjem) takvih predložaka mogu riješiti većinu zadataka u testovima i udžbenicima. Naime, matematički zadaci koji se nude učenicima razredne nastave najčešće su reprodukcijske prirode (Alagić, 2019; Dubovicki, 2012; Koludrović, 2009). Na taj način učenici reproduciraju važne činjenice i postupke izračuna, ali im se ukraćuje uključivanje u složenije situacije u kojima se uče samostalnom pronalasku metode rješavanja problema. Osim toga, čini se da većina učitelja nije adekvatno pripremljena za integriranje kreativno poticajnih aktivnosti u nastavu matematike. Konstrukt matematičke kreativnosti još je poprilično nepoznat pojam i

³Prijedlog izmijenjenog i dopunjenog Nacionalnog okvirnog kurikulum (2016), preuzeto 19. travnja 2020. s: <http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/06/Prijedlog-Okvira-nacionalnoga-kurikuluma-nakon-javne-rasprave.pdf>

nedovoljno istraženo područje kod nas te se osposobljavanju učitelja u tom pogledu ne pridaje dovoljno pozornosti. Prema svemu navedenom, izgleda da su navedene kurikulumske odrednice postavljene više kao ideal kojemu se teži nego što je to slučaj u školskoj realnosti. Iako se razvoj matematičke kreativnosti smatra važnom zadaćom u razrednoj nastavi, ono ipak ostaje na razini kurikulumskih preporuka te snažno ovisi o afinitetima učitelja i autora udžbenika.

6.1. Pregled provedenih istraživanja o razvijanju matematičke kreativnosti kod učenika razredne nastave

Iako kreativnost igra ključnu ulogu u suštinskom razumijevanju matematike, ono se kod nas i dalje marginalizira i ostaje podcijenjena u kontekstu učionice matematike. Dok je kod drugih predmeta, kao što su Hrvatski jezik, Glazbena ili Likovna kultura, poželjno predlagati nove ideje i uvide teponuditi osobni „pečat“ u svojim odgovorima, u nastavi matematike vrlo često prevladava rješavanje istih zadataka na isti način, reproduciranjem pokazane metode pronalaska njegova rješenja. Također, matematika je vrlo stroga i striktna u pogledu toga što su kvalitetne, valjane, kreativne matematičke ideje i rezultati. Za biti matematički kreativan potrebno je razumijevanje matematičke materije, koja pak ima izrazitu hijerarhijsku strukturu i ne prašta propuste u usvajanju. Rezultat toga je gubitak motivacije za učenje matematike, a kada ta komponenta nije zadovoljena učenici se mogu suočiti s negativnim osjećajima uključujući ljutnju, tjeskobu, frustraciju i bespomoćnost, što bitno otežava učenje (Pham i Cho, 2018). Konačna posljedica takve situacije je neučinkovitost i nepopularnost nastave matematike. Prema tome, dovoljno je očigledno da je problem istraživanja kreativnosti u matematičkom području bitan i aktualan, naročito problem razvijanja matematičke kreativnosti kod djece mlađe školske dobi, uglavnom zbog „suptilne prirode samog predmeta“ (Pinter Krekić i Ivanović, 2012: 321).

Kreativnost u početnoj nastavi matematike još je uvijek nedovoljno istraženo područje, kako u svijetu, tako i kod nas. U Hrvatskoj postoji svega nekoliko autora koji su provodili istraživanja na tu temu. Autori Koludrović (2009), Dubovicki

(2012) i Alagić (2019) analizirali su udžbenike predmeta razredne nastave (pa tako i udžbenike matematike), odobrene od strane Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa, s ciljem uvida u kojoj su mjeri u udžbenicima zastupljeni zadaci koji potiču kreativno razmišljanje učenika odnosno namjera je bila vidjeti pridaje li se kreativnosti dovoljno važnosti u udžbenicima razredne nastave. Ovakva analiziranja kvalitete udžbenika u pogledu promicanja kreativnog razmišljanja učenika važna su jer je školski udžbenik, usprkos napretku tehnologije i sve veće dostupnosti alternativnih izvora znanja, i dalje najzastupljenije nastavno sredstvo (Alagić, 2019; Koludrović, 2009). Kvalitetni zadaci u udžbenicima učiteljima olakšavaju realizaciju dinamične i kreativne nastave fokusirane ka zadovoljenju učenikovih potreba, a njih će takvi zadaci poticati na učenje s razumijevanjem, učiti ih raspoznavanju problema i povezivanju konteksta problema s vlastitim iskustvima te ih ponukati na samostalno i uporno traženje njegova najboljeg mogućeg rješenja (Koludrović, 2009).

Autorica Koludrović (2009) analizirala je 42 udžbenika matematike, prirode i društva te književnosti od prvog do četvrtog razreda osnovne škole. Izdvojila sam isključivo relevantne podatke za ovaj rad, a to su rezultati analize udžbenika matematike. Ova analiza zadataka u udžbenicima provodila se na temelju instrumenta nastalog na osnovi početaka pitanja i zadataka u kojima se traži korištenje sposobnosti kreativnog razmišljanja, a to je, od autorice nadopunjena i dobi učenika prilagođena, Georgeova (2005, prema Koludrović, 2009) *Lista početaka pitanja i zadataka za poticanje kreativnog mišljenja*. Prema tome, komponente kreativnog razmišljanja koje su stavljene u fokus istraživanja su: „fluentnost (*Navedi sve...; Koji su svi...?; Napiši deset...; Koliko...?; Koje su stvari...ukoliko...?; Reci kako si se osjećao...*), fleksibilnost (*Koje su alternative za...?; Usporedi...s....; Što im je slično/različito?; Koliko je različitih načina za...*), originalnost (*Isplaniraj...; Izumi...; Kreiraj...; Smisli neobične načine za...; Upotrijebi sve ovo kako bi napravio...*), elaboracija (*Poboljšaj...na način da...; Preoblikuj...; Promijeni...tako da...; Prilagodi...; Zamijeni...*), znatiželja (*Što bi se dogodilo ukoliko...?; Gdje bi se ... moglo dogoditi?; Pretpostavi...; Što ako...; Zašto misliš...?*), složenost (*Što treba uzeti u obzir...?Koja pitanja možeš postaviti kako bi saznao...; Koje su posljedice...*), rizičnost (*Rangiraj...; Obrazloži...; Reci zašto je najbolje/najgore...; Odluči...*;

Navedi razloge za...)te maštovitost (*Zamisli da...; Razmisli o...; Kako bi to bilo da...; Pretvaraj se da si...*)“ (George, 2005: 62/63, prema Koludrović, 2009: 181). Rezultati ove analize pokazuju da je zastupljenost pitanja i zadataka u udžbenicima matematike od prvog do četvrtog razreda kojima se stimulira kreativno razmišljanje učenika gotovo zanemariva (Tablica 1). Prema podacima iz Tablice 1 vidljivo je da, u ukupnoj sumi pitanja i zadataka koji potiču kreativno razmišljanje učenika klasificiranih po razredima, pojedine kategorije nisu zastupljene s niti jednim zadatkom. Među rezultatima izdvajaju se fluentnost, koja se bazira na količini zamisli što je čini relativno bliskom matematičkim sadržajima, i originalnost, što označava kreiranje novih zamisli te se uglavnom radi o osmišljavanju matematičkih priča. No, iako su ove kategorije zastupljene u nešto povoljnijem broju u odnosu na ostale, one su i dalje vrlo nisko zastupljene u uzorku te se ne može reći da se zadaci fluentnosti i originalnosti sustavno potiču u udžbenicima matematike.

Tablica 1: Rezultati istraživanja autorice Koludrović (2009) o zastupljenosti kategorija pitanja i zadataka za poticanje kreativnosti u udžbenicima matematike od 1. do 4. razreda

UDŽBENICI MATEMATIKE	1. RAZRED		2. RAZRED		3. RAZRED		4. RAZRED	
	frekv.	Rang	frekv.	Rang	frekv.	Rang	frekv.	Rang
Elaboracija	1	5	1	4	2	5	0	6
fleksibilnost	9	3	0	5	0	6	0	6
rizičnost	4	4	3	3	5	2	10	3
fluentnost	26	1	25	1	11	1	21	1
mašta	0	6	0	5	4	3	4	4
originalnost	12	2	20	2	3	4	14	2
složenost	0	6	0	5	0	6	0	6
znatiželja	0	6	0	5	0	6	1	5

Autorica Dubovicki (2012) je, s ciljem ispitivanja utjecaja udžbenika na poticanje kreativnog razmišljanja učenika, analizirala 13 udžbenika razredne nastave iz matematike, hrvatskog jezika te prirode i društva. Konkretno, gledajući matematičko područje, radi se o četiri analizirana udžbenika matematike, po jedan u svakom razredu. Svi udžbenici korišteni u ovom istraživanju odobreni su od strane Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa za školsku godinu 2010/2011. U zadacima se tražio bilo koji oblik ili čak naznaka stvaralaštva (izradi, osmisli, igra

se, saznaj, ispričaj priču, napiši što želiš znati o tome i slično). Rezultati ovog istraživanja (Tablica 2) pokazuju da se kreativnost u udžbenicima matematike od prvog do četvrtog razreda osnovne škole gotovo uopće ne potiče. Prema podacima iz Tablice 2 vidljivo je da od ukupno 4124 analiziranih matematičkih zadataka njih samo 70 potiče kreativno izražavanje učenika. Izraženo u postocima, zastupljenost kreativno poticajnih zadataka u udžbenicima matematike iznosi samo 1,7%. U usporedbi s udžbenicima hrvatskog jezika te prirode i društva, u kojima zastupljenost zadataka koji potiču kreativnost iznosi 16,96% odnosno 16,93% (što je i dalje vrlo niska zastupljenost), udžbenici matematike su u znatno lošijem položaju glede zadataka koji potiču kreativno izražavanje učenika.

Tablica 2: Rezultati istraživanja autorice Dubovicki (2012) o odnosu zadataka u udžbenicima razredne nastave koji potiču i koji ne potiču kreativnost po predmetima

Predmet	Zadaci koji ne potiču kreativnost	Postotak (%)	Zadaci koji potiču kreativnost	Postotak (%)	Ukupno
hrvatski jezik	5273	83,04	1077	16,96	6350
priroda i društvo	1403	83,06	286	16,94	1689
matematika	4054	98,3	70	1,7	4124

Najrecentnije istraživanje, ono autora Alagića (2019), pokazuje da se situacija u pogledu poticanja kreativnosti u udžbenicima matematike nije bitno promijenila. Alagić (2019) je proveo analizu zadataka u udžbenicima s ciljem uvida u kojoj se mjeri učenicima prvih četiriju razreda osnovne škole pruža prilika da budu aktivni i uključe se u rješavanje izazovnih zadataka koji iziskuju neku vrstu kreativnog razmišljanja. Analizirano je 52 udžbenika različitih izdavačkih kuća iz šest nastavnih predmeta: Matematika, Hrvatski jezik, Priroda i društvo, Glazbena kultura, Likovna kultura te Engleski jezik. Od toga je analizirano osam udžbenika matematike, za svaki razred po dva udžbenika. Svi su odobreni od strane Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa te su korišteni tijekom školske godine 2016/2017. Autor je analizirane zadatke svrstavao u dvije kategorije: „*zadaci konvergentno-integrativnog mišljenja (KIM)*“ i „*zadaci divergentno-eksploratornog mišljenja (DEM)*“. U kategoriju „*zadaci konvergentno-integrativnog mišljenja*“ pripadaju zadaci koji

zahtijevaju dosjećanje i pronalaženje informacija kako bi se došlo do jedinog ispravnog odgovora, a zadaci koji iziskuju originalnost, fluentnost, fleksibilnost, elaboraciju, pronalaženje alternativnog rješenja, improviziranje, imaginaciju i maštovitost svrstavaju se u kategoriju „*zadaci divergentno-eksploratornog mišljenja*“. Alagić (2019) naglašava da u ovu analizu nisu uvršteni zadaci u obliku sugestija ili uputa („pogledaj“, „pronađi“ i slično) nego isključivo oni koji podrazumijevaju barem neki oblik rješavanja problema. Rezultati ove analize (Tablica 3) pokazuju da je zastupljenost zadataka koji zahtijevaju divergentno-eksploratorno razmišljanje u udžbenicima matematike razredne nastave vrlo niska, gotovo zanemariva. Prema podacima iz Tablice 3 vidljivo je da se postotak zastupljenosti zadataka koji potiču divergentno-eksploratorno razmišljanje učenika s obzirom na razred ne mijenja mnogo i uvijek je ispod 1%. Zanimljivo je da su u udžbenicima matematike drugog razreda, od analiziranih 323 zadatka, svi zadaci konvergentno-integrativnog tipa, odnosno nije zastupljen niti jedan zadatak koji bi poticao divergentno-eksploratorno mišljenje. Također, iz Tablice 3 se može uočiti da se, u odnosu na udžbenike ostalih predmeta, divergentno-eksploratorna produkcija uvjerljivo najmanje potiče u udžbenicima matematike (i engleskog jezika).

Tablica 3: Rezultati analize zadataka konvergentno – integrativnog (KIM) i divergentno – eksploratornog mišljenja u udžbenicima razredne nastave po predmetima (prema Alagić, 2019)

	Prvi razred		Drugi razred		Treći razred		Četvrti razred	
	KIM	DEM	KIM	DEM	KIM	DEM	KIM	DEM
Hrvatski jezik	188,5 (89,45%)	32,5 (10,55%)	312,5 (84,80%)	56 (15,20%)	332,5 (84,02%)	63,25 (15,98%)	460,75 (91,19%)	44,5 (8,81%)
Matematika	437 (99,43%)	2,5 (0,57%)	323 (100%)	0 (0%)	399 (99,75%)	1 (0,25%)	425,5 (99,42%)	2,5 (0,58%)
Priroda i društvo	165 (96,65%)	7,5 (4,35%)	233 (97,69%)	5,5 (2,31%)	279 (96,88%)	9 (3,13%)	277 (98,23%)	5 (1,77%)
Likovna kultura	53,3 (86,96%)	8 (13,04%)	88 (86,7%)	13,5 (13,3%)	46 (86,79%)	7 (13,21%)	28 (90,32%)	3 (9,68%)
Glazbena kultura	62 (83,22%)	12,5 (16,78%)	75 (79,79%)	19 (20,21%)	90,5 (87,44%)	13 (12,56%)	-	-
Engleski jezik	103,5 (99,05%)	1 (0,95%)	144 (99,31%)	1 (0,68%)	133,5 (99,23%)	1 (0,74%)	237,5 (94,06%)	15 (5,94%)

Rezultati navedenih istraživanja pokazali su da se kreativnost u udžbenicima matematike prvih četiriju razreda osnovne škole gotovo uopće ne potiče. Unatoč kurikulumskim preporukama, strukture udžbenika matematike još su uvijek okrenute tradicionalnoj, reprodukcijskoj nastavi gdje je glavna misija stjecanje činjeničnog znanja i uvježbavanje danih postupaka rješavanja zadataka. Veoma su rijetko zastupljeni zadaci koji će „natjerati“ učenika na produkciju novih i originalnih ideja, a još je manje onih koji potiču znatiželju i aktiviraju njihovu maštu, jedne od osnovnih preduvjeta razvoja kreativnih sposobnosti učenika. Nejasno je, smatra Koludrović (2009), zašto se veći broj kreativno-produktivnih zadataka ne uvrštava u udžbenike, već ih autori preporučuju tek kao pomoć pri poučavanju u obliku zabavne igre nakon završetka obrade nastavne cjeline ili se nalaze u posebnim udžbeničkim materijalima namijenjenim matematički nadarenim učenicima. Osim niske zastupljenosti kreativno poticajnih zadataka u udžbenicima matematike, iz dobivenih rezultata se da iščitati da se ono mnogo ne mijenja iz razreda u razred odnosno da je postotak zastupljenosti takvih zadataka u sva četiri razreda gotovo jednak. Uzevši u obzir da za nedostatak kreativno poticajnih zadataka u prva dva razreda postoje određena opravdanja u vidu vrlo potrebne orijentacije na svladavanje i razvijanje temeljnih vještina baratanja matematičkim simbolima, u trećem i četvrtom razredu se zasigurno otvara više prostora za razvoj njihova kreativnog mišljenja. suočavanje s zadacima koji potiču matematičko kreativno rezoniranje u samim počecima formalnog obrazovanja, i utjecanje na ranije spomenutu „mini-c“ razinu kreativnosti, ključno je radi kontinuiteta u razvitku kreativnih sposobnosti i dosezanja njegovih viših razina (Alagić, 2019). Shodno tome, i prethodno navedenih opravdanja za nedostatak kreativno-produktivnih zadataka sve je manje. Smatram da bi se i u prvom i drugom razredu svakako mogao inkorporirati određeni broj takvih zadataka, dakako u manjem broju od onih usmjerenih na usvajanje temeljnih matematičkih pojmova i simbola. Tu se dolazi do još jednog problema. Matematika kao područje zahtjeva mnogo uvježbavanja računskih postupaka (što je neophodno za kreativno djelovanje), a za to je potreban popriličan broj jednostavnih repetitivnih zadataka. Stoga se nameće pitanje – s obzirom na vremensko ograničenje nastavnog sata i prostorno limitiran udžbenik, koliki bi trebao biti optimalan odnos činjenično usmjerenih zadataka i onih koji potiču kreativno razmišljanje u udžbenicima

matematike da bi on bio kreativno stimulativan? Ovo je kompleksan problem i na njegovo rješenje morat će se još malo pričekati, a do tada je potrebno dublje proučiti i detaljnije oblikovati udžbenike matematike s ciljem ostvarenja što produktivnije nastave koja će poticati razvoj kreativnog potencijala kojeg posjeduje svaki učenik.

6.2. Prijedlozi aktivnosti koje se mogu inkorporirati u nastavu matematike s ciljem razvoja matematičke kreativnosti učenika

Učitelji su svojim metodičkim pristupom u obradi gradiva i poticajnim djelovanjem ključ razvoja kreativnog razmišljanja kod učenika. Dobrim poznavanjem matematičkih sadržaja, odabiranjem adekvatnih „bogatih“ aktivnosti i zadataka, odabiranjem najpovoljnijih metoda i oblika rada te optimalnim korištenjem dostupnih nastavnih pomagala učitelj će stvoriti kreativno poticajno okruženje za učenje. Dakle, kao što je i ranije navedeno, učitelj bi trebao „udisati“ život u matematički program uključivanjem kreativno poticajnih aktivnosti s ciljem održavanja dinamične i zanimljive nastave matematike, što je i jedan od preduvjeta razvoja učeničke kreativnosti. U nastavku će se okvirno predložiti nekoliko aktivnosti s ciljem poticanja razvoja matematičke kreativnosti učenika razredne nastave.

Oblik i prostor te mjerenja vjerojatno su najpristupačnije gradivo početne nastave matematike. Čitav niz profesija (arhitekt, geodet, zubotehničar, kirurg, meteorolog, krojač, grafički dizajner, krajobrazni arhitekt, vrtlar, električar, inženjer građevine, strojarstva, da navedemo samo neke) zahtjeva veću ili manju razinu razumijevanja oblika i prostora te osnovne vještine mjerenja. To razumijevanje može se poticati opuštajućim, a efektnim aktivnostima. Primjerice, kod upoznavanja s geometrijskim likovima učenici se mogu poslužiti tangramom. Najprije ga mogu samostalno izraditi te zatim slagati likove po svojoj želji. Rukovanjem i manipuliranjem komadićima tangrama pri sastavljanju zadanih i vlastitih kompozicija učenici se upoznaju sa svojstvima oblika koje koriste te se istovremeno i pridonosi njihovom kreativnom razvoju, kao i razvoju logičkog razmišljanja, apstraktnog razmišljanja (potrebno je „u glavi“ zamišljati nove promjene položaja i orijentacije likova kako bi se dobila ideja

za rješenje problema). Sličnoj svrsi može poslužiti i geoploča. No, osim proučavanja svojstava geometrijskih likova, geoploča se može upotrijebiti za istraživanje koncepata kao što su opseg i površina, a kasnije i za razumijevanje razlomaka. Koristeći geoploču učenici postaju aktivni sudionici u procesu učenja, istražuju te razmjenjuju novonastale ideje, a sve su to komponente potrebne za kreativno djelovanje. Istovremeno, prilikom provođenja aktivnosti, učenike valja poticati da kritički promatraju i preispituju (Što primjećujemo kod ovog oblika? Što je zajedničko ovim oblicima? Na koje druge načine možemo nešto iskoristiti?). Nadalje, prilikom učenja geometrijskih tijela, učenike se može upitati da nabroje što više predmeta u njihovom okruženju koji imaju oblik kocke, kvadra, kugle, valjka i slično. Osim toga, u kontekstu te teme mogu se koristiti i *lego* kocke u obliku kocke ili kvadra koje se mogu slagati u figurice i oblike na što više načina s obzirom na odabrani kriterij/e.

Prilikom učenja aritmetike mnogo je kreativnosti usmjerenih aktivnosti koje učitelj može inkorporirati u nastavu. Primjerice, zadatak u prvom razredu može glasiti ovako: *Oduzmite dva broja i dodajte treći kako bi dobili rezultat 20, ili bi u drugom razredu mogao biti ovakav: Marija je sa svog prozora ugledala 37 djece kako se igraju na igralištu. Ako se ta djeca razdvoje u četiri skupine, koliko djece može biti u svakoj skupini? Pronađite i objasnite što više odgovora.* Prilikom rješavanja ovakvih i sličnih problema bilo bi dobro da učenici koriste predmete s kojima mogu manipulirati kako bi si vizualno predočili rješenja poput šibica, gumica, abakusa ili jediničnih kocaka (eng. unifix cubes). Kod ovakvih zadataka naglasak nije toliko na samom rješenju, koliko bi trebao biti na samom procesu rješavanja problema i diskusiji (Kako sam došao do rješenja?). Također, učenici mogu kreirati vlastite matematičke probleme na zadani poticaj (primjerice na temelju predložene fotografije) kojeg kasnije zajednički rješavaju i komentiraju. Na taj način učenici poboljšavaju vještine argumentiranja svojih ideja te istodobno učiteljima pružaju informacije o razini njihova znanja budući da će osmisliti zadatke koje osobno mogu riješiti. Slično tome, učenici mogu osmisliti i vlastitu igru koja se sastoji od matematičkih operacija i pravila (zbrajanje, oduzimanje, množenje, dijeljenje, zadaci riječima). Zadaci koje se svrstava pod „zabavnu matematiku“ također iziskuju

kreativna rješenja i učenici ih rado prihvaćaju kao izazove. Takvi su primjerice zadaci sa šibicama i rimskim brojkama, zatim magični kvadrati, zadaci s urom i veličinom kutova i slični. Često ti zadaci nježno povezuju razumijevanje oblika i aritmetiku.

Provođenje matematičkih projekata zasigurno je jedna od boljih aktivnosti za poticanje kreativnosti učenika. Tema projekta mora se bazirati na složenom matematičkom problemu bliskom učeničkim iskustvima i ne smije biti prezahtjevna. Sudjelovanjem u projektu učenicima se daje prilika za samostalno istraživanje, prikupljanje podataka iz različitih izvora, raspravljanje o idejama, razvija se sposobnost detektiranja i razumijevanja problema, predlažu se različite strategije za njegovo rješavanje i odabiru se one najprikladnije. Sve navedeno komponente su kreativnosti koja u takvom okruženju jednostavno „cvijeta“.

Jasno, sve ove aktivnosti treba ukomponirati u određenoj mjeri. Nipošto učenike ne treba opterećivati prevelikom količinom zadataka, bilo da se radi o onim „suhoparnim“ ili ovakvog, otvorenog, tipa. Učenicima treba dati vremena da promisle o svemu i konsolidiraju svoje misli. Stoga je potrebno pronaći balans kako kod učenika ne bi došlo do zasićenja i demotivacije za učenje matematike. Navedeno se odnosi i na količinu primjera i zadataka u udžbenicima. Kreativnost traži vrijeme i neopterećenost.

8. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je iznijeti relevantne spoznaje o pojmovima kreativnost i darovitost, posebno u području matematike, ukazati na potrebu stimuliranja kreativnog ponašanja učenika u školi, predložiti određene strategije za razvijanje matematičke kreativnosti i, konačno, uvidjeti potiče li se u dovoljnoj mjeri matematička kreativnost u hrvatskim učionicama. Na temelju pregledane literature mogu se izdvojiti najosnovnije spoznaje.

Kreativnost je veoma kompleksan pojam kojeg je nemoguće opisati jedinstvenom definicijom. Mnogi su autori ponudili svoje viđenje pojma kreativnosti te se na osnovu toga mogu izdvojiti tri temeljna kriterija koje kreativna ideja mora zadovoljavati: novost, korisnost u kontekstu njihova stvaranja i prikladnost. Sukladno tome matematička kreativnost se može definirati kao sposobnost proizvodnje novih, korisnih i odgovarajućih rješenja za određeni matematički problem, kao i otkrivanje nepoznatih odnosa među matematičkim činjenicama. Međutim, ovakva se definicija matematičke kreativnosti ne može primijeniti na djecu te je Sriraman (2004), vodeći o tome računa, predložio novu u kojoj matematičku kreativnost smatra procesom koji bez obzira na složenost problema dovodi do neobičnih i iznenađujućih rješenja, a da pritom takva rješenja ne moraju biti neobična za cijelu okolinu već samo za pojedinca osobno.

Matematička kreativnost rezultat je interakcije konvergentnog i divergentnog razmišljanja. Prema tome, podatak o sposobnosti divergentnog razmišljanja učenika nipošto nije dovoljan pokazatelj razine njegove kreativnosti. S obzirom na to da su do sada svi korišteni testovi procjene matematičke kreativnosti učenika bili orijentirani isključivo na njihovo divergentno razmišljanje, razvijanje EPoC matematičkog testa, ujedno i prvog koji ispituje obje komponente, predstavlja značajan doprinos daljnjem istraživanju i poimanju kreativnosti.

Kreativnost je dinamično svojstvo ljudskog uma koje se može i mora razvijati (Kunac, 2015; Nadjafikhah, Yaftian i Bakhshalizadeh, 2012). U tome najvažniju ulogu imaju učitelji koji moraju učenike okružiti kreativnim poticajima, a ne tradicionalnim pristupom poučavanju sputavati njihov urođeni kreativni potencijal.

Učenike bi se trebalo suočiti s izazovnim matematičkim problemima i situacijama u kojima moraju razmišljati „izvan okvira“, dati im priliku da istražuju, stvaraju, biraju različite strategije rješavanja problema, promišljaju, preispituju, zaključuju, kao i da „iskuse“ greške i nauče se nositi s njima. Učitelj treba osigurati ohrabrujuće, poticajno i kreativno „bogato“ okruženje u kojem će učenikov kreativni potencijal doći do izražaja.

Poražavajući rezultati o zastupljenosti kreativno poticajnih zadataka u udžbenicima matematike u razrednoj nastavi (Alagić, 2019; Dubovicki, 2012; Koludrović, 2009) ukazuju na hitnu potrebu mijenjanja takva stanja u hrvatskim udžbenicima. U velikoj mjeri prevladavaju zadaci koji zahtijevaju korištenje već naučenih, automatiziranih postupaka računanja što je dovoljan pokazatelj da su udžbenici matematike u hrvatskoj i dalje koncipirani tradicionalistički. Stoga je potrebno dublje proučavanje i detaljnije oblikovanje udžbenika matematike s ciljem ostvarenja što produktivnije nastave. No, dok se to ne napravi učitelj je jedini koji može, adekvatnim strategijama, potaknuti kreativno ponašanje pojedinca i pomoći mu da dostigne svoji puni potencijal.

9. LITERATURA

1. Adžić, D. (2011). Darovitost i rad s darovitim učenicima: Kako teoriju prenijeti u praksu. *Život i škola*, 57(25), 171-184.
2. Akgul, S. i Kahveci, N. G. (2016). A study on the Development of a Mathematics Creativity Scale. *Eurasian Journal of Educational Research*, 62, 57-76.
3. Alagić, I. (2019). Zadaci konvergentno–integrativnog i divergentno–eksploratornog mišljenja u osnovnoškolskim udžbenicima – analiza sadržaja. *Život i škola: časopis za teoriju i praksu odgoja i obrazovanja*, 65(1-2), 131-141.
4. Arar, L. i Rački, Ž. (2003). Priroda kreativnosti. *Psihologijske teme*, 12(1), 3-22.
5. Assmus, D. i Fritzlar, T. (2018) Mathematical Giftedness and Creativity in Primary Grades. U: F.M. Singer (Ur.), *Mathematica I Creativity and Mathematical Giftedness: Enhancing Creative Capacities in Mathematically Promising Students* (str. 55-81). Hamburg: Springer International Publishing.
6. Baer, J. i Garrett, T. (2010). Teaching for Creativity in an Era of Content Standards and Accountability. U: R. A. Beghetto i J. C. Kaufman (Ur.), *Nurturing creativity in the classroom*, (str. 6-23). New York: Cambridge University Press.
7. Barbot, B., Besançon, M. i Lubart, T. (2011). Assessing Creativity in the Classroom. *The Open Education Journal*, 4(1), 124-132.
8. Bedeniković-Lež, M. (2017). Gifted pupils in the croatian and slovenian educational system. *Metodički obzori. časopis za odgojno-obrazovnu teoriju i praksu*, 12(24), 65-79.
9. Beghetto, R. A. i Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Ability Studies*, 25(1), 53-69.
10. Besançon, M. (2013). Creativity, Giftedness and Education. *Gifted and talented International Journal*. 28(1-2), 149-161.

11. Bibby, T. (2002). Creativity and Logic in Primary-School Mathematics: a View from the Classroom. *For the Learning of Mathematics*, 3(22), 10-13.
12. Blamires, M. i Peterson, A. (2014). Can creativity be assessed? Towards an evidence-informed framework for assessing and planning progress in creativity. *Cambridge Journal of Education*, 44(2), 147-162.
13. Bognar, B. (2010). Škola koja razvija kreativnost. *Pribavljeno 20. studenog 2019.,sa:*
<http://www.nastavnikovodstvo.net/index.php/component/phocadownload/category/9-kreativnost?download=81:kola-koja-razvija-kreativnost>.
14. Bognar, L. i Somolanji, I. (2008). Kreativnost u osnovnoškolskim uvjetima. *Život i škola: časopis za teoriju i praksu odgoja i obrazovanja*, 54(19), 87-94.
15. Cvetković-Lay, J. (2002). *Darovito je, što ću sa sobom? : priručnik za obitelj, vrtić i školu*. Zagreb: Alinea.
16. Cvetković-Lay, J. i Sekulić Majurec, A. (1998). *Darovito je, što ću s njim? : priručnik za odgoj i obrazovanje darovite djece predškolske dobi*. Zagreb: Alinea.
17. Cvetković-Lay, J. (2004). Možeš i drukčije – vježbajmo s djecom kreativno mišljenje. *Dijete, vrtić, obitelj: časopis za odgoj i naobrazbu predškolske djece namijenjen stručnjacima i roditeljima*, 20(37), 2-5.
18. Dubovicki, S. (2012). Poticanje kreativnosti u udžbenicima razredne nastave. *Pedagoški istraživanja*, 9(1-2), 205-221.
19. Ferarri, A., Cachia, R. i Punie, Y. (2009). Innovation and Creativity in Education and Training in the EU Member States: Fostering Creative Learning and Supporting Innovative Teaching. *Literature review on Innovation and Creativity in E&T in the EU Member States (ICEAC)*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
20. Freiman, V. (2006). Problems to discover and to boost mathematical talent in early grades: A Challenging Situation Approach. *The Mathematics Enthusiast*, 3(1), 51-75.
21. Glaveanu, V.P. (2011). *Children and creativity: An most (un)likely pair?.* *Thinking Skills and Creativity*, 6(2), 122-131.

22. Grègoire, J. (2016). Understanding Creativity in Mathematics for Improving Mathematical Education. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 15(1), 24-36.
23. Haavold, P. Ø. (2013). What are the characteristics of mathematical creativity? Pribavljeno 13. prosinca 2019., sa: <https://munin.uit.no/handle/10037/5782>
24. Idris, N. i Nor, N. M. (2010). Mathematical creativity: usage of technology. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1963-1967.
25. Jeffrey, B. i Craft, A. (2004). Teaching Creatively and Teaching for Creativity: distinctions and relationships. *Educational Studies*, 30 (1), 77-87.
26. Jukić, R. (2010). Metodički stil i takt nastavnika kao poticaj kreativnosti učenika. *Pedagogijska istraživanja*, 7(2), 291–305.
27. Kadum, V. (2010). Kreativnost u nastavi matematike. *Metodički obzori: časopis za odgojno-obrazovnu teoriju i praksu*, 6 (13), 165-174.
28. Karwowski, M., Jankowska, D.M. i Szwajkowski W. (2017). Creativity, Imagination, and Early Mathematics Education. U: R. Leikin i B. Sriraman (Ur.), *Creativity and Giftedness: Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond*, (str. 7-22). New York: Springer.
29. Kattou, M., Kontoyianni, K., Pitta – Pantazi, D. i Christou, C. (2012). Connecting mathematical creativity to mathematical ability. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 45(4).
30. Kaufman, J. C. i Beghetto, R. A. (2009). Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1-12.
31. Koludrović, M. (2009). Pitanja i zadaci u udžbenicima kao elementi poticanja divergentnog mišljenja. *Pedagogijska istraživanja*, 6 (1-2), 179-190.
32. Kontoyianni, K., Kattou, M. Pitta - Pantazi, D. i Christou, C. (2013). Integrating mathematical abilities and creativity in the assessment of mathematical giftedness. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 55(3), 289-315.
33. Koren, I. (2013). Povijesni osvrt na konceptualizaciju pojave nadarenosti. *Napredak: časopis za pedagogijsku teoriju i praksu*, 154(3), 339-361.

34. Krzywacky, H., Pehkonen, L. i Laine, A. (2016). Promoting mathematical thinking in Finnish mathematics education. U H. Niemi, A. Toom i A. Kallioniemi (Ur.), *Miracle of Education*, (str. 115-130). Nizozemska: Sense Publishers.
35. Kunac, S. (2015). Kreativnost i pedagogija. *Napredak: časopis za pedagogijsku teoriju i praksu*, 156 (4), 423-446.
36. Leikin, R. i Lev, M. (2007). Multiple Solution Tasks as a Magnifying Glass for Observation of Mathematical Creativity. U: J. H. Woo, H. C. Lew, K. S. Park i D. Y. Seo (Ur.), *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (str. 161-168). Seoul: PME.
37. Lončarić, D. (2018). Osnovne informacije o prilagodbi i primjeni EPoC testa potencijalne kreativnosti u Hrvatskoj. Pribavljeno 25. travnja 2020., s: https://bib.irb.hr/datoteka/925010._Osnovne_informacije_o_EPoC_testu_u_Hrvatskoj_Loncaric_Sazetak_kratko.pdf
38. Maksić, S. (2006). *Podsticanje kreativnosti u školi*. Beograd: Institut za pedagoška istraživanja
39. Mann, E. L. (2005). Mathematical Creativity and School Mathematics: Indicators of Mathematical Creativity in Middle School Students. Pribavljeno 15. prosinca 2019., sa: https://www.researchgate.net/publication/27404348_Mathematical_Creativity_and_School_Mathematics_Indicators_of_Mathematical_Creativity_in_Middle_School_Students
40. Mann, E. L. (2006). Creativity: The Essence of Mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260.
41. Ministarstvo prosvjete i kulture (1990). *Pravilnik o osnovnoškolskom odgoju i obrazovanju darovitih učenika*. Narodne novine, 59.
42. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa. (2006). *Nastavni plan i program za osnovnu školu*. Zagreb.
43. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa. (2010). *Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje*. Zagreb.

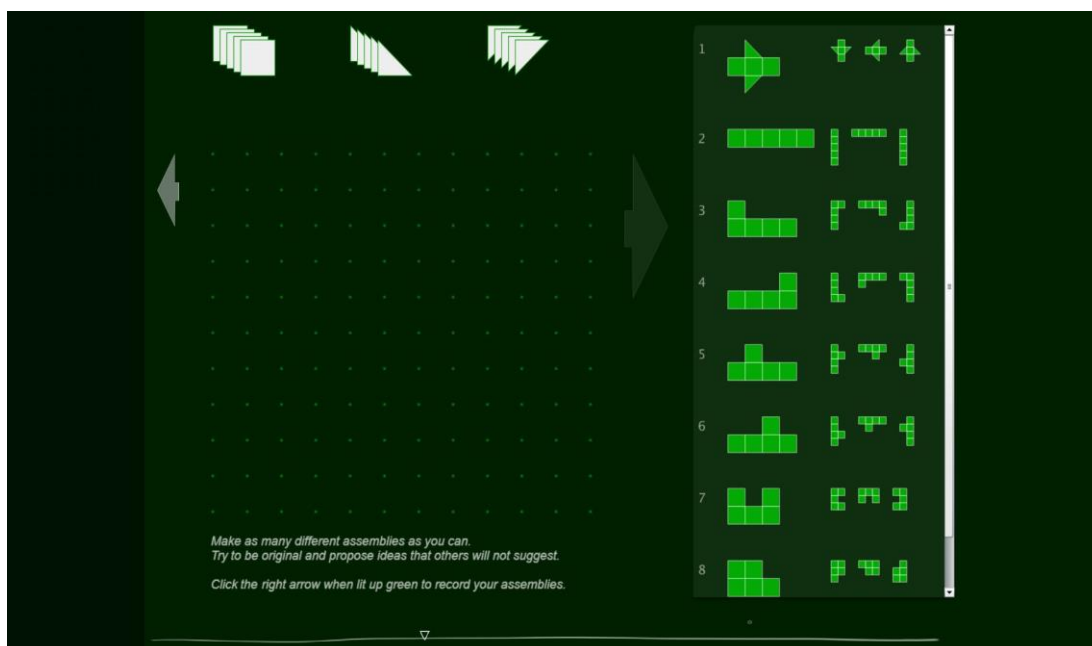
44. Morais, M. F. i Azevedo, I. (2009). What is a Creative Teacher and What is a Creative Pupil? Perceptions of Teachers. *Procedia – Social and Behavioral sciences*, 12(2011), 330-339.
45. Nadjafikhah, M. i Yaftian, N. (2013). The frontage of Creativity and Mathematical Creativity. *Procedia –Social and Behaviora lsciences*, 90 (2013), 344-350.
46. Nadjafikhah, M., Yaftian, N. i Bakhshalidazeh, S. (2011). Mathematical creativity: some definitions and characteristics. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 31(1), 285-291.
47. Nikčević-Milković, A., Jerković, A. i Rukavina, M. (2016). Stanje, problemi i potrebe rada s darovitim učenicima u osnovnim školama u Republici Hrvatskoj. *Magistra Iadertina*, 11(1), 9-34.
48. Parish, L. (2014). Defining Mathematical Giftedness. U: J. Anderson, M. Cavanaugh i A. Prescott (Ur.), *Curriculum in focus: Research guided practice (Proceedings of the 37th annual conference of the Mathematic sEducation Research Group of Australasia* (str. 509-516). Sydney: MERGA
49. Pejić, P., Tuhtan-Maras, T. i Arrigoni J. (2005). Suvremeni pristupi poticanju dječje darovitosti s kreativnim radionicama. *Magistra Iadertina*, 2(1), 133-149.
50. Petrović-Sočo, B. (2000). Kreativnost. *Dijete, vrtić, obitelj: časopis za odgoj i naobrazbu predškolske djece namijenjen stručnjacima i roditeljima*, 6(23-24), 3-9.
51. Pham, H. L. i Cho, S. (2018). Nurturing Mathematical Creativity in Schools. *Turkish Journal of Giftedness and Education*, 8(1), 65-82.
52. Pinter Krekić, V. i Ivanović, J. (2012). Kreativna strategija u nastavi matematike. *Croatian Journal of Education*, 15(2), 289-329.
53. Pitta-Pantazi, D., Kattou, M. i Christou, C. (2018). Mathematical Creativity: Product, Person, Process and Press. U: F.M. Singer (Ur.), *Mathematical Creativity and Mathematical Giftedness: Enhancing Creative Capacities in Mathematically Promising Students* (str. 27-53). Hamburg: Springer International Publishing.


54. Renzulli, J.S. (2005). The Three-Ring Conception of Giftedness: A developmental model for promoting creative productivity. U R.J.Sternberg& J. Davidson (Ur.), *Conceptions of Giftedness* (str. 217-245). Boston, MA: Cambridge University Press.
55. Runco, M. A. (2004). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 55, 657-687.
56. Sharma, Y. (2014). The Effects of Strategy and Mathematics Anxiety on Mathematical Creativity of School Students. *Mathematics Education*, 9(1), 25-37.
57. Sharp, C. (2004). Developing Young Children's Creativity: What we can learn from research?. Pribavljeno 22. studenog 2019., sa <https://www.nfer.ac.uk/publications/55502/55502.pdf>
58. Sheffield, L. J. (2018). Commentary Paper: A Reflection on Mathematical Creativity and Giftedness. U: F.M. Singer (Ur.), *Mathematical Creativity and Mathematical Giftedness: Enhancing Creative Capacities in Mathematically Promising Students* (str. 405-423). Hamburg: Springer International Publishing.
59. Shen, Y. i Edwards, C. P. (2017). Mathematical Creativity for the youngest school children: Kindergarten to third grade teachers' interpretations of what it is and how to promote it. *The Mathematics Enthusiast*, 14(1), 325-346.
60. Shriki, A. (2010). Working like real mathematicians: Developing prospective teacher's awareness of mathematical creativity through generating new concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 73, 159-179.
61. Sindik, J. i Elez, K. (2010). Mogućnost određivanja pouzdanosti i konstruktivne valjanosti za tri skale procjene nekih aspekata darovitosti predškolske djece. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 47(1), 108-123.
62. Singer, F. M., Sheffield, L. J., Freiman, V. i Brandl, M. (2016). *Research On and Activities For Mathematically Gifted Students*. Hamburg: Springer International Publishing.
63. Sriraman, B. (2004). The Characteristics of Mathematical Creativity. *The Mathematics Educator*, 14(1), 19-34.

64. Sriraman, B. (2005). Are Giftedness and Creativity Synonyms in Mathematics?. *The journal of Secondary Gifted Education*, 17 (1), 20-36.
65. Straker, A. (1980). Identification of Mathematically Gifted Pupils. *Mathematics in School*, 9(4), 4-8.
66. Turk, M. (2009). Utjecaj aktivnog učenja u visokoškolskoj nastavi na razvoj stvaralaštva budućih nastavnika. U: K. Munk (Ur.), *Poticanje stvaralaštva u odgoju i obrazovanju*, (str. 107-115). Zagreb: Profil.
67. Vale, I. i Barbosa, A. (2015). Mathematics Creativity in Elementary Teacher Training. *Journal of the European Teacher Network*, 10(1), 101-109.
68. Vasconcelos, L. A. (2017). Fostering creativity in education. Pribavljeno 10. ožujka 2020., s:
https://www.academia.edu/34461905/Fostering_creativity_in_education
69. Vlahović-Štetić, V. (2007). Matematički darovita djeca: Što ih možemo poučiti i što bismo mogli naučiti od njih?. U M. Pavleković (Ur.), *Matematicsand Children (How to teach and learn mathematics)*, (str. 208-216). Osijek: Učiteljski fakultet u Osijeku.
70. Walia, P. i Walia P. (2017). Development and standardization of mathematical creativity test. *International Journal of Advanced Research*, 5(7), 1293-1300.
71. Winner, E. (2005). *Darovita djeca: Mitovi i stvarnost*. Lekenik: Ostvarenje d.o.o.
72. Yushau, B., Mji A. i Wessels, D. C. J. (2005). The role of technology in fostering creativity in the teaching and learning of mathematics. *Pythagoras*, 62, 12-22.

10. PRILOZI

Prilog 1. Radna verzija računalnog matematičkog EPoC testa (preuzeto 29. travnja s: <https://www.crealude.com/>)






You have 10 minutes to make many calculations that result in 6.
 Use at least 3 different numbers and 2 operations in each calculation (they will light up when used).
 Hit OK when green, to record your calculation and start a new one.
 The arrow goes back inside a calculation.
 Try to be original and propose ideas that others will not suggest.

$$(4+2) \times 1 = 6$$

$$9/3+4-1 = 6$$

$$(1+2+3+5+5)/4+9-7 = 6$$

Pritisnite F11 da biste zatvorili prikaz na cijelom zaslonu



Before you begin the real task, play with this special calculator.
 Try to get 1.
 Alerts will tell you when you do something not allowed :
 divisions must give only whole numbers, no fractions
 subtract only small numbers from bigger ones
 and use all 9 numbers and 2 operations at least once (they will light up when used).
 The arrow goes back in a calculation.
 Click below to go on.

...