

PSIHOLOGIJSKI PRILOG OPERACIONALIZACIJI KONSTRUKTA MATEMATIČKE KREATIVNOSTI U DJECE I ADOLESCENATA

Dr. sc. Željko Rački, viši asistent
Učiteljski fakultet u Osijeku

Sažetak: U radu se razmatra pitanje operacionalizacije matematičke kreativnosti uz demonstraciju karakteristika odabranoga skupa za nju indikativnih ponašanja. U istraživanju se nastojalo definirati matematičku kreativnost u djece i adolescenata pomoću konsenzusno visokopouzdana procijenjenih oblika kreativnih ponašanja. Iz prikupljenoga matičnoga skupa od 313 jezično ujednačenih konkretnih opisa kreativnih ponašanja u djece i adolescenata faktorskom je i klaster-analizom izdvojen manji skup od 16 za matematičku kreativnost visokoindikativnih, prototipičnih ponašanja. Radi se o jednofaktorskom, replikabilnom skupu matematički kreativnih ponašanja koja su dodatnom analizom opisana kao intelektualno i po znanje zahtjevna, ali emocionalno nezahtjevna, za stariju djecu cijenjena, ali ponašanja niske učestalosti i rodno primjerenija dječacima. Kriterijska valjanost skupa povezana je s karakteristikama ponašanja koja ga čine, otvarajući pitanja prepoznavanja, vrednovanja i poticanja matematičke kreativnosti u djece i adolescenata.

Ključne riječi: matematička kreativnost, kreativnost u djece, matematika i djeca

UVOD

A) Sva su djeca kreativna, dakle 100% jednako je točno kao i da su **B) sva djeca inteligentna**, dakle 100%. To je valjana analogija, ali nešto u njoj ne valja. Kad se pojam kreativnosti operacionalizira na takav normativan način, on gubi značenje i zbunjuje osobe koje bi trebale identificirati, poučavati za kreativnost i vrednovati odgojno-obrazovne postupke usmjerene k poticanju kreativnosti. Nejasno je zašto bi uopće trebali identificirati, poučavati za kreativnost i vrednovati odgojno-obrazovne postupke prema djeci kad su sva djeca, 100% neovisno o uvjetima ionako već kreativna, i kad će ta djeca ionako postati sva 100% kreativni odrasli (jer djeca u pravilu, s vremenom, izrastu u odrasle osobe, bez ostatka). Djecu treba dakle samo othraniti, sa što manje intervencija da se slučajno ne spriječi predviđeni razvoj, tj. kronološka progresija kreativnosti. Na ovome se mjestu uključuju alarmi.

Takav je pristup kreativnosti izravan odraz neadekvatne teorije o njezinoj strukturi. Problem je taj što trenutno ne postoji teorija strukture

kreativnosti koja bi odgovarala npr. teorijama strukture inteligencije ili strukture ličnosti (Kaufmann, 2003), a to je psiholojska poruka koja se slabo čuje. Kreativnost se može pojaviti gotovo u svakom području ljudske djelatnosti (Što nije isto kao i tvrditi da su svi kreativni!), primjerice: vizualne umjetnosti, glazba, ples, pisanje, reklamiranje, znanost, matematika, rješavanje socijalnih problema, posao i poučavanje, itd. Ipak, prateći tu manifestnu raznolikost kreativnosti mjerenjem konkretnih ponašanja ili izvedbi indikativnih za kreativnost, utvrđeno je, uz oprez zbog metodoloških nedostataka, da je kreativnost samo djelomično specifična za domenu (Baer, 1998; Conti, Coon i Amabile, 1996; Diakidoy i Spanoudis, 2002; Han, 2003; Ivčević, 2005, 2007, 2009; James i Asmus, 2000-2001; Milgram i Livne, 2005; Plucker, 1999, 2004; Runco i Bahleda, 1986; Silvia, Kaufman i Pretz, 2009; Simonton, 2003).

To je ključan nalaz. Osobe nisu istodobno jednako kreativne u svim domenama, već su djelomično specijalizirane. Takav pristup rezultirao je instrumentima koji mjere kreativnost kao ponašanje i kao postignuće u različitim aktivnostima, pri čemu analize pokazuju da je kreativna ponašanja moguće razvrstati u manji broj replikabilnih nadređenih domena, često zvanih a) svakodnevna, b) znanstvena (intelektualna, matematička, tehnička) i c) umjetnička (ekspresivna, artistska, izvedbena) kreativnost (Anastasi i Schaefer, 1969; Andrews, 1965; Carson, Peterson i Higgins, 2005; Eiduson, 1958; Feist, 1999, 1998; Guastello i Schissler, 1994; Hu i Adey, 2002; Ivcevic, 2007, 2005; Lloyd, 1979; Wai, Lubinski i Benbow, 2005; Milgram, 2003; Richards, 1993; Richards i sur., 1988; Roy, 1996; Runco i Bahleda, 1986; Simonton, 2003; Stumpf, 1995; Tweney, 1996). To čini empirijski uvod u sadržajnu strukturu kreativnih ponašanja, odnosno opću teoriju o kreativnosti. Te su tri domene kreativnosti uočljive već u osnovnoškolske djece, s obrascem odnosa domena nalik obrascu kod odraslih, već od 3. razreda osnovne škole nadalje (Rački, 2010).

Ključno se pitanje mjerenja i strukture kreativnosti, kao i razlika djece u njoj, izravno dotiče konstrukta inteligencije, talentiranosti i darovitosti. S obzirom na to da se tvrdnju da su sva djeca inteligentna može čuti rjeđe od tvrdnje da su sva djeca kreativna, može se pretpostaviti da javnost po potrebi razlikuje inteligenciju od kreativnosti na barem jednoj karakteristici (frekvenciji). Kako bi operacionalizacije još više izgubile preciznost, pojam kreativnosti preklapa se s navedenim pojmovima i u javnim aktima. Kreativnost, stvaralaštvo, inteligencija, sposobnost, talentiranost, darovitost, nadarenost, sklonost i posebni interesi, a nerijetko i genijalnost u literaturi se javljaju istodobno. Ponekad se čak termini upotrebljavaju cirkularno pri međusobnom objašnjenju; npr. stvaralačke (kreativne) sposobnosti jesu područje darovitosti (!) (čl. 2. *Pravilnika o osnovnoškolskom odgoju i obrazovanju darovitih učenika*, NN, 1990). Feldhusen (1999) definira te

pojmove na sljedeći način: a) kreativnost je sposobnost stvaranja novih ideja, koncepata, alternativnih rješenja, invencija, nacрта, shema i teorija, b) darovitost je posjedovanje genetske komponente u podlozi superiornih sposobnosti, a c) talent je superiorna predispozicija za učenje ili opći kapacitet za kognitivno ili motoričko ponašanje u bilo kojoj liniji vrijedne ljudske djelatnosti, što jest preciznije definiranje, no nedostaje interpretacija njihova suodnosa. Renzullijeva (2002) definicija darovitosti kao spoja triju osnovnih skupina osobina, natprosječnih općih ili specifičnih sposobnosti (inteligencije), motivacije i visokog stupnja kreativnosti, čini jasniji okvir za razumijevanje kreativnosti u odnosu na ostale osobine. Vlahović-Štetić (2005) opisuje taj kao jedan od pristupa definiranju darovitosti od teorijske i praktične važnosti za rad s djecom u školi. Dakle, kreativnost kao komponenta darovitosti, a ne darovitost sama po sebi jer ako kreativnost = darovitost, a sva su djeca kreativna, **C) sva su djeca darovita**. Još je teže naći argumente koji bi išli u prilog tom zaključku. Runco (1997) u svom članku u kojem problematizira pitanje *je li svako dijete darovito*, navodi da moderno poimanje velikog broja specifičnih talenata može lako otići u svoju krajnost, navodeći da će uskoro, ako se nastavi uključivati sve više i više talenata u definicije darovitosti, zapravo svatko biti u nečemu darovit ili iznad prosjeka, bez obzira koliko to banalno bilo. Empirijski nalazi u psihologiji ne podržavaju egalitarnost u kreativnosti. Kreativnu je produktivnost najbolje moguće opisati lognormalnom ili ekspancijalnom kiviljom, tj. kreativnost je u odrasloj dobi rijetka, uz nalaz da je kvaliteta probabilistička posljedica kvantitete (Simonton, 2003). Jednom kada djeca odrastu, zabrinuto pitanje *Što se dogodilo sa 100% kreativne djece?* neiznenađujući je slijed normativnoga pristupa definiranju kreativnosti po kojemu su sva djeca kreativna. U suprotnosti s normativnim pristupom, istraživanja pokazuju rodne (Olszewski-Kubilius i Lee, 2004; Baer i Kaufman, 2006; Kershner i Ledger, 1985; Stephens, Karnes i Worton, 2001), rodne i dobne (npr. Watt, 2008) te socioekonomski uvjetovane razlike u kreativnosti djece (npr. Dumais, 2006). Očigledno nisu baš *sva djeca jednako kreativna*.

Konceptualnoj zbuđenosti dodajmo jezičnu. U hrvatskom se jeziku naizmjenice, gotovo kao prigodne istoznačnice, koriste pojmovi kreativnost i stvaralaštvo za opis osoba, unatoč tome što se riječ stvaralaštvo čini pravilnije koristiti u situaciji opisa nečijega korpusa doprinosa tijekom životnoga ili radnoga vijeka a ne kao karakteristika pojedinca. U ovome se radu kreativnost tumači kao ponašanje koje pokazuje osoba, tj. karakteristika pojedinca, a ne karakteristike produkata pojedinca u vremenu i kontekstu. Zato je u radu korištena imenica kreativnost, a ne stvaralaštvo. Dodatno, a) poučavanje na kreativan način, b) poučavanje za kreativnost, c) kreativnost nastavnika matematike i d) kreativnost djece u matematici nisu isto. U ovome će radu biti govora o matematičkoj kreativnosti djece, tj. kreativnosti djece i adolescenata u

matematici, i to kako kreativnost u matematici definiraju nematematičari, u ovom slučaju psiholozi zaposleni u ustanovama odgoja i obrazovanja (vrtić, osnovne i srednje škole). Kriterijski je pristup kreativnosti, za razliku od normativnoga, selektivniji i nužno ga je prepoznati kako bi se moglo cijeniti dalje napisano. Naime, posjedovati osobinu inteligencije u ograničenoj količini (npr. IQ 69) ne znači da je osoba koja tu ograničenu količinu inteligencije posjeduje *inteligentna*, unatoč tome što inteligenciju u apsolutnom smislu posjeduje. Jednako vrijedi i za kreativnost. Pokazivati kreativnost na razini $-2 z$ ne znači da je osoba kreativna, unatoč tome što posjeduje $-2 z$ kreativnosti. Razlika normativnoga i kriterijskog pristupa kreativnosti od posebnoga je značaja u slučaju identifikacije i kumulativnoga stupnjevitog razvoja složenijih oblika matematički kreativnih ponašanja kod djece, što jesu implicitni i eksplicitni ciljevi odgojno-obrazovnih postupaka nastavnika matematike.

Polazišna pretpostavka za uključivanje ponašanja jest da se ponašanja razlikuju po stupnju indikativnosti za kreativnost, tj. koliko su dobar i jasan predstavnik kreativnosti. Operacionalizacija kreativnosti kao procesa, tj. kreativnih ponašanja, a ne socijalne procjene (sviđanje) ili evaluacije produkata procesa (točna rješenja ili matematički proizvodi), od izuzetne je važnosti upravo za razvojnu dob. Djeca, što su mlađa, to jednostavno nisu imala dovoljno vremena usvojiti područno specifična matematička znanja, ovladati svim tehnikama i vještinama aktivnosti, kao i eksponirati svoje produkte zainteresiranoj publici (tj. djeca rijetko objavljuju, no može ih se, primjerice, vidjeti kako *sastavljaju matematičke zadatke*). Za izradu liste kreativnih ponašanja korištene su postavke Buss i Craikvog pristupa (Buss i Craik, 1983; *The Act Frequency Approach*) uz uvažavanje gradijenta kao indikatora kriterijske valjanosti (Angleitner i Demtröder, 1988). Iz perspektive frekvencijskog pristupa izjava poput *Mali Mate je kreativan* znači da je on tijekom razdoblja opservacije iskazao veću frekvenciju različitih oblika kreativnih ponašanja u usporedbi s normom. Kritika prototipnoga pristupa time je očita jer ljestvicu postavlja visoko, ali je korist ta da su odabrana ponašanja jasni i empirijski obranjivi predstavnici konstrukta matematičke kreativnosti.

Konceptualnoj i jezičnoj zbunjenosti dodajmo ontološka pitanja. Definirajući matematičku kreativnost kao manifestno ponašanje dostupno opažanju, autor rada ne bavi se ontološkom prirodom matematičke kreativnosti i postoji li ona kao takva (npr. Platonizam, Logicizam, Konstruktivizam itd.) i uvjerenjima matematičara o njoj. Ulam (1976, prema Sriraman, 2004) procjenjuje da se godišnje u matematici objavljuje oko 200 000 teorema. Gledajući iz razvojne perspektive i perspektive školskih psihologa, matematička produktivnost u odrasloj dobi ima svoje prekursore u jednostavnijim, ali sadržajno pripadnim ponašanjima u djece i adolescenata. Matematička je kreativnost djece i adolescenata, stoga u ovom radu definirana

na sljedeći način: a) opažljivo društveno prihvatljivo ponašanje koje je u neposrednom socijalnom kontekstu definirano tipičnim za kreativnost, b) i to takvo ponašanje koje je rezultat procesa interakcije djetetovih sposobnosti, znanja, osobina ličnosti, motivacije i utjecaja okoline u kojoj dijete živi, c) pri čemu takvim ponašanjem dijete potencijalno može stvoriti opažljivi originalni matematički produkt.

Cilj je ovoga rada rastaviti složenost matematičke kreativnosti na pojedinačne oblike tih opažljivih matematičkih ponašanja u koja su djeca i adolescenti samomotivirano uključena i oblikovati koherentan i homogen skup konkretnih kratkih opisa ponašanja koji može poslužiti kao mjera, odnosno indikator matematičke kreativnosti. Takva će ponašanja potom biti smještena na kontinuum učestalosti, složenosti, rodne i dobne primjerenosti, zahtjevnosti po pitanju inteligencije, emocija i znanja, cijenjenosti od okoline i financijskoga troška.

METODA

Sudionici, mjerni instrument i postupak

Fokus je interesa u ovome istraživanju na oblicima ponašanja, a ne osobama ili sudionicima istraživanja ili njihovim karakteristikama. U produciranju početnoga skupa oblika kreativnih ponašanja sudjelovalo je 671 dijete od 2. do 8. razreda dviju osječkih osnovnih škola u 2004. godini (drugi razred $N = 93$, treći 66, četvrti 82, peti 104, šesti 76, sedmi 107 i osmi 143 djece); detaljnije opisano u Rački (2010). Ukupno je u pregledu i sugestijama što uključiti u listu sudjelovalo dodatno i 39 studenata 3. godine Učiteljskoga fakulteta u Osijeku u 2011. godini, 26 srednjoškolskih nastavnika (polaznici pedagoško-psihološke i didaktičko-metodičke izobrazbe u Koprivnici u srpnju 2011; 16 muških i 10 ženskih nastavnika matematike, informatike, tehničke kulture, prehrambeno-tehnološke skupine predmeta, te elektro-, građevinske i ekonomske skupine predmeta), i 8 fakultetskih nastavnika u 2011. godini (2 nastavnika hrvatskoga jezika, 1 nastavnika metodike likovne kulture, 2 nastavnika metodike glazbene kulture, 2 nastavnika matematike i 4 nastavnika informatike). Matični skup sadržajno pokriva matematička ponašanja, ali i glazbena, dramska, literarna, plesna, dizajnerska, informatička, robotička, likovna, igrolika, zabavljačka (humor), istraživačka i izumiteljska kreativna ponašanja. Tako je moguće odrediti u kojem su stupnju matematička ponašanja, u usporedbi s drugim legitimnim oblicima kreativnih ponašanja, dobar indikator kreativnosti prema konsenzusnoj procjeni školskih psihologa te kakvih su karakteristika. Ukupno je 9 školskih psihologa (1 zaposlena u dječjem vrtiću, 5 u osnovnoj školi i 3 u srednjoj školi) procijenilo 313 ponašanja na ljestvici od 7 stupnjeva (0 – 6; od uopće nije dobar indikator do vrlo je dobar indikator kreativnosti u ponašanju) uspoređujući jedno ponašanje

s drugim na indikativnosti (tipičnosti) ponašanja za kreativnost ($\alpha = .96$; RMSEA=.073, RMSEA 90% = 0.053-0.094, GFI = .95). Pojedinačna su ponašanja bila napisana na karticama i izmiješana u svakoj sljedećoj primjeni. Visokopouzdanost jednofaktorsko rješenje utvrđeno putem CFA ujedno govori i u prilog kriterijske valjanosti procjena psihologa.

U travnju su 2012. godine 32 studenta diplomskoga studija psihologije u Osijeku procijenili su sva ponašanja na karakteristikama i razvrstali skup kriterijski valjanih, tj. za kreativnost prosječno i visokoindikativnih ponašanja (2., 3. i 4. kvartil; širi prosjek i iznadprosječno kreativna ponašanja, N = 237) u sadržajno sukladne skupine ponašanja, ovisno o osobnom subjektivnom kriteriju i psihologijskom znanju. Ponašanja su bila napisana na zasebnim karticama, uz uputu da ih sve pročitaju i potom rasporede ispred sebe na klupu u sadržajne skupove, da uoče sličnosti, pravilnosti i obrasce u ponašanjima i njih učine zornim podjelom ponašanja u zasebne skupove. Tako je dobiveno ukupno 1010 skupova ponašanja, s rasponom od 3 do 25 ponašanja u skupu (broj ponašanja po skupu nije prethodno ograničen uputom). Faktorskom je i klaster analizom tih skupova utvrđen snažan replikabilan skup koji sadržajno odgovara matematičkoj kreativnosti. Matematička ponašanja (16/313 tj. 5% od ukupnoga uzorka istraživanih ponašanja) iskorištena u ovome radu predstavljaju samo dio istraživanja o taksonomiji raznovrsnih kreativnih ponašanja u djece i adolescenata koje autor trenutno provodi.

REZULTATI

Sadržajnim je, faktorskim i klaster-analizama izdvojen skup matematički kreativnih ponašanja (N = 16) iz liste od ukupno 313 ispitivanih ponašanja. Prema Kaiserovom je pravilu iz tih 16 ponašanja ekstrahirana jedna komponenta s karakterističnim korijenom 13.05 koja objašnjava 81.6% varijance. Determinanta korelacijske matrice iznosi 1.25×10^{-13} , Kaiser-Meyer-Olkinov test je .93, a Bartlettov test sfericiteta $\chi^2(120) = 29796.95$, $p < .01$. Problem potvrde jednofaktorske strukture riješen je na način da je uzorak skupova po slučaju podijeljen u dva poduzorka od 505 i 505 skupova. Svaki je od poduzoraka tretiran kao zasebno istraživanje te su provedene zasebne faktorske analize. U oba poduzorka ekstrahiran je taj jedan faktor koji objašnjava 80.9 i 82.5% zajedničke varijance. Na dobivenim faktorskim strukturama izračunat je koeficijent kongruencije faktora (Tucker, 1951; prema Korth, 1978; Abedi, 2007) prema formuli $K_{ab} = A/B$, gdje je $A = \sum f_{v1} f_{v2}$, $B = \sqrt{(\sum f_{v1}^2 \sum f_{v2}^2)}$ pri čemu su f_{v1} i f_{v2} faktorski koeficijenti jednoga i drugoga faktora (Fulgosi, 1988). Prema interpretaciji po Jensenovim (1998) i MacCallumovim i sur. (1999) referentnim vrijednostima, izračunati koeficijent kongruencije faktora jest +.9979 i govori u prilog identičnosti, tj. replikabilnosti faktora u ponovljenom ispitivanju. U tablici 1 navedeni su

koeficijenti pouzdanosti (α i ICC) koji govore u prilog visokoga stupnja slaganja školskih psihologa pri procjeni kreativnosti (.96) odnosno studenata pri procjeni preostalih karakteristika ponašanja (.91-.96). Čak i u skraćenom skupu od 16 ponašanja znanje koje je potrebno za pokazivanje matematički kreativnih ponašanja značajan je prediktor procijenjene kreativnosti tih ponašanja (objašnjava 34% varijance, tablica 1). Unatoč malom N model je robustan; standardizirani reziduali su ispod 2, osim za ponašanje *Rastavljam matematičke probleme ili zadatke u manje dijelove* (npr. u *podprobleme koje je lako riješiti*), -2.24, za koje model precjenjuje kreativnost.

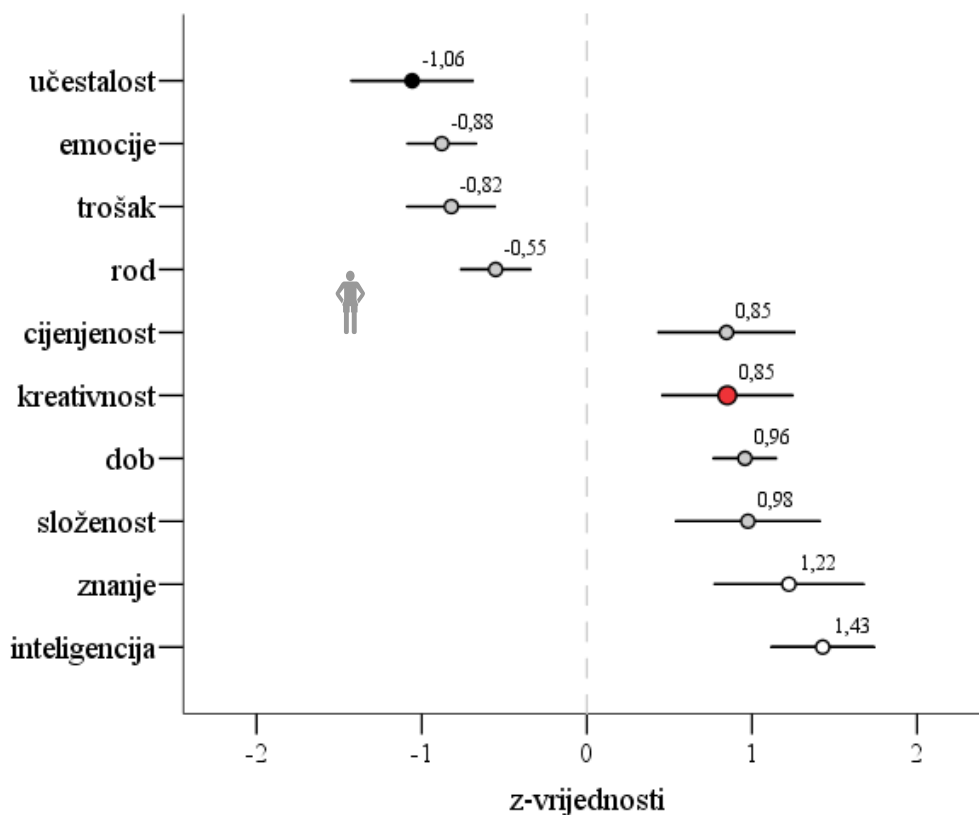
Sukladno uplaniranoj kriterijskoj valjanosti, matematička su ponašanja (16) procijenjena kao statistički značajno kreativnija od ostalih ponašanja (297), $U = 987.0$, $p < .01$, $r = -.22$. Od ukupno 16, mahom se radi o visokoindikativnim ponašanjima koja su prema procijenjenoj kreativnosti iznad 75. percentila u cijelom uzorku (11; 69%, tamnije sivo sjenčana polja u tablici 2). Tri su ponašanja iznad 50., a 2 iznad 25. percentila po kreativnosti. Samo je za procijenjenu potrebnu inteligenciju za matematička kreativna ponašanja utvrđena razlika umjerene veličine efekta (r iznad .3); $U = 418.5$, $p < .01$, $r = -.31$. Ostale su razlike karakteristika navedene redom po veličini efekta tako da su matematički kreativna ponašanja procijenjena statistički značajno niže učestalosti $U = 779.5$, $p < .01$, $r = -.26$, niže zahtjevnosti za izražavanje, prepoznavanje i upravljanje emocijama, $U = 865.0$, $p < .01$, $r = -.24$, niže cijene, tj. troška, $U = 1100.5$, $p < .01$, $r = -.20$ i kao ponašanja primjerenija dječacima, $U = 1261.5$, $p < .01$, $r = -.18$. Matematički kreativna ponašanja procijenjena su kao zahtjevna po deklarativno i proceduralno znanje, $U = 662.5$, $p < .01$, $r = -.27$, složenija, $U = 877.5$, $p < .01$, $r = -.24$, primjerenija starijoj djeci, $U = 954.0$, $p < .01$, $r = -.23$ i cijenjena u socijalnom kontekstu, $U = 1066.0$, $p < .01$, $r = -.21$.

Tablica 1

Pouzdanosti procjene kreativnosti i drugih karakteristika ponašanja iz matične liste i povezanost procijenjene kreativnosti s tim karakteristikama

	Broj sudaca	Cronbach α	ICC	
Psiholozi				
Kreativnost	9	.96	.66	
Studenti psihologije (N = 32)				Rang-korelacije (ρ) procijenjene kreativnosti ponašanja (školski psiholozi) \times karakteristike tih ponašanja (studenti psihologije)
Znanja	13	.95	.45	.79** ^a
Inteligencija	11	.93	.44	.65**
Cijenjenost	9	.91	.49	.51*
Emocije	12	.93	.29	.48
Složenost	9	.92	.52	.34
Rod	14	.96	.65	-.18
Učestalost	12	.92	.44	-.09
Trošak	11	.94	.53	.07
Dob	13	.94	.49	.02

^a*Napomena:* N = 16. $R = .62$, $R^2 = .39$, $Adj.R^2 = .34$, $p < .02$. Kao jedini značajni prediktor kreativnosti matematičkih ponašanja, kako ih procjenjuju školski psiholozi, pokazao se stupanj deklarativnoga i proceduralnoga znanja koji studenti psihologije procjenjuju potrebnim za ta kreativna ponašanja. ICC (apsolutno slaganje; pojedinačna mjera).



Slika 1. Aritmetičke sredine i njihove 99% granice pouzdanosti za z-vrijednosti karakteristika koje opisuju skup matematički kreativnih ponašanja (N = 16) u odnosu na sva matičnom listom obuhvaćena ponašanja (N = 313) na 10 karakteristika. Napomena: Negativan predznak vrijednosti kod roda označava smjer procijenjene primjerenosti, ilustriran dječakom.

RASPRAVA

Kreativnost, inteligencija i darovitost. Matematički kreativno ponašanje *Konstruiram kutove, simetriju, različite površine ili matematičke likove na papiru* (kreativnost 2.56/6; $z = -.50$), ponašanje s najnižom ocjenom kreativnosti u skupu, dobilo je jednaku ocjenu kao i kreativna ponašanja iz drugih područja npr. *Recitiram*; ili *Šalim se*, što je dobro navesti za usporedbu. Međutim, navedeni preostali indikatori matematičke kreativnosti ne djeluju demokratični, tako da bi ih svako dijete moglo pokazivati. Ta ponašanja zahtijevaju matematička znanja i uporabu inteligencije. Ako dijete manjka u znanju ili je niske inteligencije – djeluje malo vjerojatno da bi ih moglo pokazivati. Polovica matematički kreativnih ponašanja (9; 56%) procijenjena je iznad +1z na općoj kreativnosti. Ukupno 10/16 matematički kreativnih ponašanja (62.5%) pokazuje i znanje i inteligenciju iznad +1z. O kakvim se

oblicima ponašanja radi i kako su matematički kreativna ponašanja vrednovana može se steći dojam kad se navede da se na vrhu procijenjene kreativnosti svih ispitivanih ponašanja s liste nalazi ponašanje *Smišljam svoje eksperimente* (5.89/6; $z = 1.50$), a na dnu *Gledam TV* (0/6; $z = -2.03$). S obzirom na povezanosti mjera radnoga pamćenja i g s matematičkim sposobnostima i matematičkim znanjem (Swanson i Kim, 2007), čini se da je preduvjet za matematičku kreativnost – visoka inteligencija. Inteligencija jest prediktivna za matematičku darovitost (npr. Pavleković, Zekić-Sušac i Đurđević, 2010), pri čemu su matematička darovitost i matematička kreativnost na visokim razinama, zapravo teško razlučive (npr. Sriraman, 2005). Matematički kreativna djeca jesu ona koja imaju bolje matematičke sposobnosti (Kattou, 2006). Dijete može posjedovati inteligenciju, ali je ona za matematiku od manje važnosti ako to isto dijete ne koristi inteligenciju za usvajanje područno specifičnih, tj. matematičkih znanja pri rješavanju problema. Inteligencija sama po sebi ne može i nikada neće sama za sebe moći objasniti potpunu varijancu razlika u matematičkim sposobnostima učenika (Bull i Scerif, 2001), ali itekako posjeduje prediktivnu valjanost jer je preduvjet za učenje i temelj rješavanja problema. Sak i Maker (2006) pokazali su da je matematičko znanje povezano s matematičkom kreativnošću tako da se znanje na razini 2 SD iznad prosjeka pokazalo pragom za pokazivanje matematičke kreativnosti na razini 1 SD iznad prosjeka. Broj godina školovanja, tj. dob djece, pokazala se također značajno povezana s matematičkom kreativnošću djece čak i uz parcijalizaciju utjecaja matematičkoga znanja. U dobro znanim psihologijskim razvojnim teorijama (npr. Piaget) dob je ključan faktor u objašnjenju kognitivnoga napretka. Ništa od ovoga ne smije se uzeti zdravo za gotovo tako da bi učitelji matematike trebali odustati od djece prosječne ili niske inteligencije ili mlađe djece ili djece koja su skromnih znanja. Naprotiv, inteligencija, znanje i kreativnost nisu identični konstrukti, ali su u matematici snažno povezani.

Emocije i matematička kreativnost. Premda se ispitivana matematička ponašanja nisu pokazala visoko indikativna za percepciju, regulaciju i izražavanje emocija, u odnosu na druga ponašanja u kojima su emocije alat rada [npr. *Izražajno i na svoj način glumim* ili *Pišem pjesme (poeziju)* ili *Animiram lutke, smišljam im pokrete i govor.*], afektivna je komponenta matematike prisutna i u ovome skupu selekcioniranih matematičkih ponašanja: *Uočavam ljepotu i sklad u matematičkim zadacima kad ih rješavam ili razmišljam o njima* i *Uočavam matematičke pravilnosti u okolini koja me okružuje* (npr. *koliko čega ima, gdje, u kojim razmacima, veličine, načine, oblike i njihove odnose*). Ljepota u matematici važan je pokazatelj kvalitete matematike, ali i osobno nagrađujuće emocionalno iskustvo.

Tablica 2. *Ponašanja kao pokazatelji matematičke kreativnosti u djece i adolescenata i stupanj njihove procijenjene kreativnosti, potrebne inteligencije i deklarativnoga i proceduralnoga znanja za njihovo uobičajeno obavljanje u cijelom uzorku ispitivanih ponašanja*

		z-vrijednost kreativnosti	z-vrijednost inteligencije	z-vrijednost znanja
1.	Konstruiram kutove, simetriju, različite površine ili matematičke likove na papiru.	-,50	,76	,17
2.	Rastavljam matematičke probleme ili zadatke u manje dijelove (npr. u podprobleme koje je lako riješiti).	-,10	1,27	1,29
3.	Uočavam matematičke pravilnosti u okolini koja me okružuje (npr. koliko čega ima, gdje, u kojim razmacima, veličine, načine, oblike i njihove odnose).	,30	1,69	,79
4.	Uočavam ljepotu i sklad u matematičkim zadacima kad ih rješavam ili razmišljam o njima.	,50	1,44	,36
5.	Smišljam matematičke zadatke.	,76	1,52	1,53
6.	Smišljam nove matematičke simbole.	,90	,59	-,01
7.	Primjenjujem matematiku za rješavanje svakodnevnih problema.	,90	,93	1,53
8.	Objašnjavam si matematičke zadatke tako da ih prenesem u riječi, slike, pokrete, grafove ili jednadžbe koje pokazuju o čemu se u zadatku zapravo radi.	1,03	,93	,79
9.	Smišljam nove metode i načine rješavanja jednoga te istoga matematičkog zadatka (npr. riješim zadatak a onda ga opet riješim ali na drugačiji način).	1,10	1,52	1,35
10.	Rješavam matematičke i geometrijske zadatke na nove načine.	1,16	1,52	1,53
11.	Služim se različitim matematičkim računalnim programima za smišljanje, postavljanje, mijenjanje i eksperimentiranje s matematičkim i geometrijskim zadacima.	1,16	1,78	1,66
12.	Smišljam i izrađujem matematičke puzzle, matematičke igre ili logičke probleme.	1,23	1,52	1,35
13.	Smišljam načine kako si ubrzati i olakšati rješavanje matematičkih zadataka (npr. smišljam nove prečace u računanju i slično).	1,23	1,95	1,72
14.	Mijenjam dijelove problemskih matematičkih zadataka kako bih saznao što će se dogoditi s rješanjem zadatka kad su jedan dio ili dijelovi zadatka promijenjeni ili drugačiji.	1,30	1,52	1,59
15.	Mijenjam, doradujem, poboljšavam ili smišljam matematičke dokaze za matematičke probleme.	1,30	2,03	1,90
16.	Smišljam matematičke dokaze ili teoreme.	1,36	1,86	2,03

Napomena: z-vrijednosti su izračunate u odnosu na skup 313 istraživanih ponašanja.

Rodne razlike i matematička kreativnost. Ponašanje *Služim se različitim matematičkim računalnim programima za smišljanje, postavljanje, mijenjanje i eksperimentiranje s matematičkim i geometrijskim zadacima* procijenjeno je kao najviše primjereno dječacima od svih 16 ponašanja skupa matematičke kreativnosti. Djecu u Republici Hrvatskoj tijekom njihova obveznoga obrazovanja do 15. godine mahom obrazuju žene (oko 85% nastavnika jesu žene). Na temelju podataka Državnoga zavoda za statistiku Republike Hrvatske u razdoblju od 2004. do 2010. veći je postotak žena nego muškaraca koje su na visokim učilištima diplomirale matematiku i statistiku: 70.9, 73.6, 72.4, 73.9, 73.0, 71.3 i 69.1%. U istim je godinama postotak žena koje su diplomirale računarstvo sljedeći: 20.4, 18.6, 20.9, 17.6, 16.2, 15.9 i 16.3%. Takav nesrazmjer u izboru matematike nasuprot računarstvu govori u prilog implicitnoga poimanja da je računarstvo, čak i kad se tiče matematičkoga sadržaja, primjerenije, kao što procjena ponašanja pokazuje, dječacima, odnosno muškarcima. Nastavnice stoga trebaju biti posebno osjetljive na to pokazuju li djeca koju poučavaju matematički kreativna ponašanja koja uključuju IT te ponuditi im, odnosno osigurati potrebnu potporu jer se radi o spolno neravnomjerno zastupljenoj disciplini. Rodne razlike u mjerama samopoimanja često pokazuju stereotipne obrasce tako da žene i djevojčice postižu više rezultate na verbalnim i umjetničkim domenama, a muškarci i dječaci u matematici i tjelesnim domenama (npr. Vispoel i Forte Fast, 2000; Wilgenbush i Merrell, 1999; Su, Rounds i Armstrong, 2009). Roditeljska socijalizacija rodnih nejednakosti u korist dječaka u znanosti (Tenenbaum i Leaper, 2003), razvoj rodnih interesa (Watt, 2008) i rodno diferencirani utjecaj učiteljica na uvjerenja djece tko je dobar, a tko loš u matematici (Beilock, Gunderson, Ramirez i Levine, 2009), također mogu poslužiti kao objašnjenje u ovom radu utvrđene dane prednosti dječacima u matematičkoj kreativnosti. Da se ne radi samo o socijalizacijskim procesima, već i o evidentnim, ali uvijek spornim spolnim razlikama u intelektualnim sposobnostima, naveli su Lynn i Irwing (2008). U meta-analizi spolnih razlika u subtestu računanja WISC testa na djeci i odraslima utvrdili su dominantnu, ali malu prednost dječaka (Cohenov $d = .11$) i veću prednost u muškaraca (.47d), ali uz značajnu heterogenost pod utjecajem dobi, etničke pripadnosti i testa kao moderatorskih varijabli.

Nastavnik matematike i matematička kreativnost djece. Izraditi čestitku ili smisliti novi način rješavanja matematičkoga ili geometrijskog zadatka jednostavno nisu, s obzirom na potreban angažman, oblici ponašanja jednako dostupni svoj djeci. To nije problem koji treba sputavati nastavnike matematike, jednako kao što ne sputava, primjerice nastavnike hrvatskoga jezika ili likovne ili glazbene kulture. Djeca mogu pisati pjesmu ili sastavak, ali rijetko će koje dijete napisati dramu. Djeca mogu smišljati plesne korake, ali rijetko će koje dijete osmisliti koreografiju baleta. Djeca mogu pjevušiti nove

melodije, ali rijetko će koje skladati instrumentalnu glazbu. Djeca mogu mikroskopirati, ali rijetko će koje smišljati i provoditi svoja biolojska istraživanja. Te primjere navodim kako bi nastavnici matematike promislili gdje su i koliko visoko postavili ljestvicu kakva ponašanja djece i adolescenata tumače kreativnima u matematici, tj. koliko su i kakvim oblicima zadovoljni i koje oblike aktivno potiču. Naravno, da će tek mali broj djece pokazivati kreativna matematička ponašanja poput smišljanja dokaza (originalnost), ali očekivano je da će djeca češće pokazivati matematičku fleksibilnost u uporabi usvojenih znanja na nove načine. To je pitanje izgradnje zdravoga funkcionalnoga razumijevanja da matematika nije glazbena, likovna, plesna, dizajnerska ili literarna aktivnost. To ne znači da matematika nije ili ne može biti primijenjena u svima njima, već da je matematika samostalna, sa svojim skupom karakteristika unutar kojih je moguće djelovati. Premda je proces dolaska do kreativnih ideja u tim aktivnostima i matematici jednak, ono što nije jednako jest stupanj u kojem matematičke aktivnosti ovise o znanju i inteligenciji. To je posebnost matematike. Izvrsno mi se stoga čini ovakvo shvaćanje matematike: teška – lijepa – nagrađujuća – kreativna. Takvo je razumijevanje matematike nužno kako bi djeca ostvarivala značajan i trajan napredak različitoga stupnja i brzine, uz razvoj pozitivnoga odnosa prema matematici koji će olakšati stjecanje novih znanja te donošenjem odluke pokazivati kreativnost u matematici čim za to steknu dovoljno znanja. Za pojedine je dijelove matematike taj prag potrebnih bazičnih matematičkih znanja niži nego u odnosu na druge.

ZAKLJUČAK

Matematička su kreativna ponašanja u djece i adolescenata procijenjena kao složena, po znanje i inteligenciju zahtjevna, rodno i dobno pristrana, niske učestalosti, ali cijenjena. Definirani skup a) matematički kreativnih ponašanja u djece i adolescenata moguće je, uz druge indikatore, npr. b) matematičkoga interesa i samopoimanja, c) matematičkoga znanja, i d) numeričkih intelektualnih sposobnosti i mjera radnoga pamćenja [WM; posebice je važan pravilan izbor mjera radnoga pamćenja koje se temelje na kvantitativnim ili vizuospacijalnim zadacima, ovisno o predviđenoj matematičkoj destinaciji identifikacijskoga postupka (npr. za algebru ili za geometriju), a ne mjere opće inteligencije ili g], koristiti kao konvergirajuću bateriju za identifikaciju djece i adolescenata na putanji izvanrednih matematičkih postignuća. Dakle, ne samo osobe koje su iznimno vješte u računanju već koje će biti u stanju stvarati novu matematiku, tj. biti kreativne u matematici. Ujedno je listu indikatora moguće proširiti i koristiti kao orijentir za nastavnike koji je sljedeći korak po složenosti ponašanja, koje djeca i adolescenti, uz metodički izvršno koncipirano vodstvo nastavnika matematike (eksperata za matematiku), mogu

individualizirano učiniti. Takav je pristup od izuzetne važnosti za matematiku, u kojoj kreativnost, između ostaloga, ovisi o kumulativnom koncentriranom usvajanju i povezivanju matematičkih znanja, ne nužno ekspresiji.

Literatura

- Abedi, H. (2007). R_v coefficient and congruence coefficient. U: N. Salkind (Ur.), *Encyclopedia of measurement and statistics*. Thousand Oaks (CA): Sage.
- Anastasi, A. i Schaefer, C.E. (1969). Biographical correlates of artistic and literary creativity in adolescent girls. *Journal of Applied Psychology*, 53(4), 267-273. doi:10.1037/h0027810
- Andrews, F.M. (1965). Factors affecting the manifestation of creative ability by scientists. *Journal of Personality*, 33(1), 140-153. doi: 10.1111/1467-6494.ep8934562
- Angleitner, A. i Demtröder, A.I. (1988). Acts and dispositions: A reconsideration of the Act frequency approach. *European Journal of Personality*, 2, 121-141. doi:10.1002/per.2410020207
- Baer, J. (1998). The case for domain-specificity of creativity. *Creativity Research Journal*, 11, 173-177. http://dx.doi.org/10.1207/s15326934crj1102_7
- Baer, J. i Kaufman, J.C. (2006). Creativity research in English-speaking countries. U J.C. Kaufman i R.J. Sternberg *The International handbook of creativity* (Ur.), str. 22, New York: Cambridge University Press.
- Batey, M. i Furnham, A. (2006). Creativity, intelligence, and personality: A critical review of the scattered literature. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, 132(4), 355-429. doi:10.3200/MONO.132.4.355-430
- Beilock, S.L., Gunderson, E.A., Ramirez, G. i Levine, S.C. (2010). Female teachers math anxiety affects girls math achievement. *PNAS*, 107(5), 1860-1863. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0910967107
- Bull, R. i Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematical ability: Inhibition, task switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19, 273-293.
- Buss, D. M. i Craik, K.H. (1983). The Act Frequency approach to personality. *Psychological Review*, 90(2), 105-126. doi:10.1037/0033-295X.90.2.105
- Carson, S., Peterson, J.B. i Higgins, D.M. (2005). Reliability, validity, and factor structure of the Creative Achievement Questionnaire. *Creativity Research Journal*, 17(1), 37-50.
- Conti, R., Coon, H. i Amabile, T.M. (1996). Evidence to support the componential model of creativity: Secondary analyses of three studies. *Creativity Research Journal*, 9(4), 385-389. doi:10.1207/s15326934crj0904_9
- Diakidoy, I.N., Spanoudis, G. (2002). Domain specificity in creativity testing: A comparison of performance on a general divergent-thinking test and a parallel, content specific test. *Journal of Creative Behavior*, 36(1), 41-61.
- Dumais, S. A. (2006). Elementary school students' extracurricular activities: The effects of participation on achievement and teachers' evaluations. *Sociological Spectrum*, 26, 117-147. doi:10.1080/02732170500444593
- Eiduson, B.T. (1958). Artist and nonartist: a comparative study. *Journal of Personality*, 26(1), 13-29. doi:10.1037/h0031469

- Feist, G.J. (1998). A meta-analysis of personality in scientific and artistic creativity. *Personality and Social Psychology Review*, 2(4), 290-309.
[doi:10.1207/s15327957pspr0204_5](https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0204_5)
- Feist, G. J. (1999). The influence of personality on artistic and intellectual creativity. U R.J. Sternberg (Ur.), *Handbook of creativity* (str. 273-298). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Feldhusen, J.F. (1999). Talent and creativity. U: M.A. Runco i S.R. Pritzker (Ur.), *Encyclopedia of creativity*, (Vol. 2, I-Z, str. 623-627). San Diego: Academic Press.
- Feldhusen, J. F. (2002). Creativity: the knowledge base and children. *High Ability Studies*, 13(2), 179-183. doi: 10.1080/1359813022000048806
- Fulgosi, A. (1988). *Faktorska analiza*. Zagreb: Školska knjiga.
- Han, K. (2003). Domain-specificity of creativity in young children: How quantitative and qualitative data support it. *Journal of Creative Behavior*, 37(2), 117-142.
- Hu, W. i Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
[doi:10.1080/09500690110098912](https://doi.org/10.1080/09500690110098912)
- Ivcevic, Z. (2007). Artistic and everyday creativity: An act-frequency approach. *Journal of Creative Behavior*, 41, 271-290.
- Ivcevic, Z. (2009). Creativity map: Toward the next generation of theories of creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, 3(1), 17-21.
[doi:10.1037/a0014918](https://doi.org/10.1037/a0014918)
- Ivčević, Z. (2005). *Creativity or creativities: Domain generality and specificity in creativity*. Doktorska disertacija. University of New Hampshire, New Hampshire.
- James, K. i Asmus, C. (2000-2001). Personality, cognitive skills, and creativity in different life domains. *Creativity Research Journal*, 13(2), 149-159.
- Jensen, A. R. (1998). *The g factor: the science of mental ability*. Westport, CT: Praeger.
- Kattou, M., Kontoyianni, K., Pitta-Pantazi, D. i Christou, C. (2011). Does mathematical creativity differentiate mathematical ability? *Proceedings of Seventh Conference of the European Research in Mathematics Education* (Working group 7: Mathematical potential, creativity and talent). Rzeszów, Poland: University of Rzeszów.
- Kaufmann, G. (2003). What to measure? A new look at the concept of creativity. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 47 (3), 235-251.
[doi:10.1080/00313830308604](https://doi.org/10.1080/00313830308604)
- Kershner, J.R. i Ledger, G. (1985). Effect of sex, intelligence and style of thinking on creativity: A comparison of gifted and average IQ children. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(4), 1033-1040. [doi:10.1037/0022-3514.48.4.1033](https://doi.org/10.1037/0022-3514.48.4.1033)
- Korth, B. (1978). A significance test for congruence coefficients for Cattell's factors matched by scanning. *Multivariate Behavioral Research*, 13, 419-430.
[doi:10.1207/s15327906mbr1304_4](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr1304_4)
- Lloyd. A.M.A. (1979). Convergent-divergent thinking and arts-science orientation. *British Journal of Psychology*, 70, 155-163.
- Lynn, R. i Irwing, P. (2008). Sex differences in mental arithmetic, digit span, and g defined as working memory capacity. *Intelligence*, 36, 226-235.

- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Zhang, S. i Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological Methods*, 4, 84-99. doi:10.1037/1082-989X.4.1.84
- Milgram R.M. (2003). Challenging out-of-school activities as a predictor of creative accomplishments in art, drama, dance and social leadership. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 47(3), 305-315. doi:10.1080/00313830308599
- Milgram, R.M. i Livne, N.L. (2005). Creativity as a general and a domain-specific ability: The domain of mathematics as an exemplar. U: J.C. Kaufman i J. Baer (Ur.), *Creativity across domains: Faces of the muse*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Olszewski-Kubilius, P. i Lee, S. (2004). The role of participation in in-school and outside-of-school activities in the talent development of gifted students. *The Journal of Secondary Gifted Education*, 15(3), 107-123.
- Pavleković, M., Zekić-Sušac, M. i Đurđević, I. (2010). Recognizing mathematically gifted children by using expert systems', teachers', and psychologists' estimations. *Društvena istraživanja*, 3(107), 487-510.
- Plucker, J.A. (1999). Reanalyses of student responses to creativity checklists: evidence of content generality. *Journal of Creative Behavior*, 33(2), 126-137.
- Plucker, J.A. (2004). Generalization of creativity across domains: Examination of the method effect hypothesis. *Journal of Creative Behavior*, 38(1), 2-12.
- Pravilnik o osnovnoškolskom odgoju i obrazovanju darovitih učenika (1991). *Narodne novine*, 34.
- Rački, Ž. (2010). Longitudinalno istraživanje razvoja kreativnosti osnovnoškolske djece. Doktorski rad. Filozofski fakultet. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Raven, J., Raven, J. C., Court, J. H. (1998). *Priručnik za Ravenove progresivne matrice i ljestvice rječnika*. Jastrebarsko: Naklada Slap
- Renzulli, J.S. (2002). Emerging conceptions of giftedness: Building a bridge to the new century. *Exceptionality*, 10(2), 67-75.
- Richards, R. (1993). Everyday creativity, eminent creativity, and psychopathology. *Psychological Inquiry*, 4(3), 212-217. doi:10.1207/s15327965pli0403_12
- Richards, R., Kinney, D.K., Benet, M. i Merzel, A.P. (1988). Assessing everyday creativity: Characteristics of the everyday creativity scales and validation with three large samples. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 467-485. doi:10.1037/0022-3514.54.3.476
- Roy, D.D. (1996). Personality model of fine artists. *Creativity Research Journal*, 9(4), 391-394.
- Runco, M.A. (1997). Is every child gifted? *Roepers Review*, 19(4). doi:10.1080/02783199709553833
- Runco, M.A. i Bahleda, M.D. (1986). Implicit theories of artistic, scientific, and everyday creativity. *Journal of Creative Behavior*, 20(2), 93-98.
- Sak, U. i Maker, C.J. (2006). Developmental variation in children's creative mathematical thinking as a function of schooling, age, and knowledge. *Creativity Research Journal*, 18(3), 279-291.
- Silvia, P.J., Kaufman, J.C. i Pretz, J.E. (2009). Is creativity domain-specific? Latent class models of creative accomplishments and creative self-descriptions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 3(3), 139-148. doi:10.1037/a0014940

- Simonton, D.K. (2003). Scientific creativity as constrained stochastic behavior: The integration of product, person, and process perspectives. *Psychological Bulletin*, 129(4), 475-494. doi:10.1037/0033-2909.129.4.475
- Sriraman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematical Educator*, 14(1), 19-34.
- Sriraman, B. (2005). Are giftedness and creativity synonyms in mathematics? *The Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 20-36.
- Syzmanowicz, A. i Furnahm, A. (2011). Gender differences in self-estimates of general, mathematical, spatial and verbal intelligence: four meta analyses. *Learning and Individual Differences*, 21, 493-504.
- Stumpf, H. (1995). Scientific creativity: A short overview. *Educational Psychology Review*, 7(3), 225-241. doi:10.1007/BF02213372
- Stephens, K.R., Karnes, F.A. i Whorton, J. (2001). Gender differences in creativity among American Indian third and fourth grade students. *Journal of American Indian Education*, 40(1).
- Su, R., Rounds, J. i Armstrong, P.I. (2009). Men and things, women and people: A meta-analysis of sex differences in interests. *Psychological Bulletin*, 135(6), 859-884.
- Swanson, L. i Kim, K. (2007). Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of childrens mathematical performance. *Intelligence*, 35, 151-168.
- Tenenbaum, H.R. i Leaper, C. (2003). Parent-child conversations about science: The socialization of gender inequities? *Developmental Psychology*, 39(1), 34-47. doi: 10.1037/0012-1649.39.1.34
- Torrance, E.P. (1965). *Rewarding creative behavior. Experiments in classroom creativity*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall, Inc.
- Tucker-Drob, E.M. (2009). Differentiation of cognitive abilities across the life span. *Developmental Psychology*, 45(4), 1097-1118.
- Tweney, R.D. (1996). Presymbolic processes in scientific creativity. *Creativity Research Journal*, 9(2&3), 163-172. doi:10.1207/s15326934crj0902&3_5
- Vispoel, W. i Forte Fast, E. E. (2000). Response bias and their relation to sex differences in multiple domains of self-concept. *Applied Measurement in Education*, 13(1), 79-97.
- Vlahović-Štetić, V.(Ur.) (2005). *Daroviti učenici: Teorijski pristup i primjena u školi*. Zagreb: Institut za društvena istraživanja.
- Wai, J., Lubinski, D. i Benbow, C.P. (2005). Creativity and occupational Accomplishments among intellectually precocious youth: An age 13 to age 33 longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 97(3), 484-492. doi:10.1037/0022-0663.97.3.484
- Watt, H.G. (2008). A latent growth curve modelling approach using an accelerated longitudinal design: the ontogeny of boys and girls talent perceptions and intrinsic values through adolescence. *Educational Research and Evaluation*, 14(4), 287-304.
- Wilgenbusch, T. i Merrell, K.M. (1999). Gender differences in self-concept among children and adolescents: A meta-analysis of multidimensional studies. *School Psychology Quarterly*, 14(2), 101-120.

Summary: The research goal was to operationalize mathematical creativity through highly indicative behaviours and subsequently demonstrate their characteristics. In this manner, research was aimed at defining mathematical creativity in children and adolescents as concensually highly replicable and reliable forms of creative behaviours. Out of a stem group of 313 concrete descriptions of childrens' and adolescents' creative behaviours through factor- and cluster-analysis, a small group of 16 mathematically highly indicative, prototypical behaviors, was selected. This unifactorial, replicable group of mathematically creative behaviours was, in follow-up analysis, described as intelligence and knowledge dependent but emotion independent, complex, socially valued and perceived for older children and concerning gender, more appropriate for boys. Criterion validity of this behaviour group is dependent on behaviour characteristics that comprise the group, raising clear-cut questions on identification, evaluation and encouragement of mathematical creativity in children and adolescents.

Keywords: mathematical creativity, creativity in children, mathematics and children

PSYCHOLOGISCHER BEITRAG ZUR OPERATIONALISIERUNG DES KONSTRUKTS MATHEMATISCHER KREATIVITÄT BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN

Zusammenfassung: Das Forschungsziel war es mathematische Kreativität durch hochbezeichnende Verhaltensweisen zu operationalisieren und deren Eigenschaften zu untersuchen. Auf diese Weise hatte diese Forschung zum Ziel mathematische Kreativität von Kindern und Jugendlichen mit größtem Konsensus anhand von reproduzierbaren und zuverlässigen Formen der kreativen Verhaltensweisen zu definieren. Aus der Stammgruppe von 313 konkreten Beschreibungen kreativer Verhaltensweisen bei Kindern und Jugendlichen wurde mit Hilfe der Faktor- und Cluster-Analyse eine kleine Gruppe von 16 für Mathematik hochbezeichnenden, prototypischen Verhaltensweisen ausgewählt. Diese unifaktorielle, replizierbare Gruppe von kreativen Verhaltensweisen in Mathematik wird folgendermaßen beschrieben: Sie ist von Intelligenz und Wissen, aber nicht von Emotionen, abhängig, kommt selten vor und ist charakteristisch für ältere Kinder, sowie geschlechtsmäßig mehr für Jungen geeignet. Die Validität dieser Verhaltensweisengruppe ist von Merkmalen jeder Verhaltensweise, die diese Gruppe aufweist, abhängig, was die Fragen der Identifizierung, Bewertung und Förderung der mathematischen Kreativität bei Kindern und Jugendlichen in den Vordergrund rückt.

Schlüsselbegriffe: mathematische Kreativität, Kreativität bei Kindern, Mathematik und Kinder

