

Milica GLIGOROVIĆ<sup>1</sup>

Univerzitet u Beogradu

Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju

## NUMERIČKE SPOSOBNOSTI U DETINJSTVU

*Ovaj rad je posvećen razmatranju prirode, strukture i vidova ispoljavanja numeričkih sposobnosti u detinjstvu. Posebna pažnja posvećena je razvoju predmatematičkih i ranih matematičkih veština, kao i razvojnim odstupanjima koja mogu da budu prediktori teškoća u računanju na mlađem školskom uzrastu. Takođe se razmatraju savremeni koncepti procene i mogućnosti stimulativnog i korektivnog tretmana u sferi numeričkih sposobnosti.*

**Ključne reči:** numeričke sposobnosti, teškoće u računanju, predmatematičke veštine

Numeričke sposobnosti su kompleksan sistem sačinjen od niza međusobno povezanih sposobnosti i veština. Njihov kvalitet je uslovljen razvojem predmatematičkih veština, matematičkog jezika, matematičkih procedura i koncepata, potencijalom za upamćivanje i automatsko prisećanje matematičkih činjenica, stvaranje i generalizaciju strategija, kao i evaluaciju rezultata. Iako je poslednjih decenija došlo do značajnih pomaka u sagledavanju prirode numeričkih sposobnosti, još uvek nisu jasno definisane strukturalne i funkcionalne determinante njihovog razvoja.

Značaj numeričkih sposobnosti je neosporan u gotovo svim sferama života, od oblasti akademskih postignuća do koncepata neophodnih za samostalan život, kao što su koncepti vremena,

---

<sup>1</sup> E-mail: gligorovic@fasper.bg.ac.rs

novca, merenja i osnovnih računskih operacija primenljivih u svakodnevnom životu. Teškoće u računanju mogu da se ispolje u rasponu od blagih, prisutnih samo u domenu složenijih numeričkih koncepata, do izraženih teškoća, koje mogu ozbiljno da utiču na ličnost, ponašanje i organizaciju svakodnevnog života (Geary & Hoard, 2005). Rane numeričke veštine su važan prediktor kasnijeg uspeha u školi (DiPerna, Lei, Reid, 2007; Duncan et al., 2007; Muldoon, Lewis, Francis, 2007; Teisl, Mazzocco, Myers, 2001). Imajući u vidu da teškoće u ovom domenu imaju tendenciju da perzistiraju tokom kasnijeg razvoja (Shalev, Manor, Gross-Tsur, 2005), veoma je važno njihovo rano prepoznavanje i tretman (Coleman, Buysse, Neitzel, 2006; Gersten, Jordan, Flojo, 2005; Pasnak, Cooke, Hendricks, 2006). Neophodan uslov za pravovremenu intervenciju je otkrivanje dece sa rizikom za teškoće u razvoju matematičkih veština (Fuchs et al., 2007; Kavale, Spaulding, 2008).

Nalazi studija sprovedenih krajem prošlog veka ukazuju na postojanje biološkog potencijala za bazične numeričke veštine. Pretpostavlja se da su numeracija, uspostavljanje redosleda, brojanje i jednostavno računanje inherentni, nezavisni od kulture i prisutni i kod drugih životinjskih vrsta (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, Numtee, 2007). Smatra se da je za konstituisanje pomenutih veština genetski uticaj nešto značajniji od sredinskog (Gillis, DeFries, & Fulker, 1992, prema Geary, Hoard, 2005).

Preduslovi za razvoj numeričkih sposobnosti su:

- Uočavanje razlika, kao osnov formiranja kategorija;
- Permanentnost objekta (svest o tome da objekat postoji iako trenutno nije u polju čula), koja se razvija u senzomotornom periodu;
- Začetak i razvoj principa sličnosti, početkom preoperativnog perioda, koje omogućava razvoj principa klasifikacije;
- Začetak numeričke determinacije količine, na uzrastu 3-4 godine, kada dete uviđa da, ako je nečega više, tome pripada i veći broj. To brojanje nije zasnovano na realnom broju objekata, dete se za ukazivanje na količinu često koristi najvećim brojem koji je čulo (sve preko pet je sto, ili milion...), ali, to ipak predstavlja začetak uvida u broj kao reprezent količine i razumevanja brojnog niza kao sistema u kome je

sledbenik veći od prethodnika. Dete tada počinje i da broji objekte, najčešće nepravilnim redosledom. Nešto kasnije, uspostavlja se automatizacija brojanja.

- Brojanje bez neposrednog odnosa prema količini koju označava. Bazična numerička znanja zasnovana su na pamćenju, dete jednostavno zapamti gde se broj nalazi u nizu.
- Bazična numerička reprezentacija i generalizacija količine, koja se javlja u sferi iskustveno jasno definisanih pojava - novčić ima dve strane, na šaci je pet prstiju, omiljena igrica ima sedam nivoa i sl.
- Razumevanje antonimije, odn. principa suprotnosti, koje se javlja između 6. i 7. godine, u matematičkom mišljenju omogućava jasniju diferencijaciju između pojmova veliko i malo, mnogo i malo, dugačko i kratko, visoko i nisko, i sl.
- Poređenje brojeva prema veličini, koje podrazumeva poimanje konstantnosti broja bez obzira na redosled. Teškoće poređenja brojeva prema veličini zapažaju se u predškolskom uzrastu kod dece sa teškoćama u računanju i dece sa slabijim opštim postignućima (Butterworth, 2005; Gersten et al., 2005; Holloway, Ansari, 2009; Landerl et al., 2004).

Osnovni preduslov za razvoj numeričkih sposobnosti je sposobnost razlikovanja, koja se javlja u najranijem detinjstvu. Dete veoma rano počinje da formira opšte kategorije, a potom i potkategorije, zasnovane na obeležjima objekata kao što su veličina, oblik, boja i sl. Uviđanje principa sortiranja i kategorizacije objekata, brojanje objekata, uspostavljanje korespondentih odnosa (1 prema 1), serijska organizacija brojeva (brojni niz) i uviđanje principa irelevantnosti redosleda i pravca brojanja, smatraju se bazičnim predmatematičkim veštinama, koje su temelj razvoja sposobnosti računanja.

Skoriji nalazi opovrgavaju Pijažeov stav da brojanje nije od velikog značaja za razvoj numeričkih sposobnosti (Geary, 2004). Aritmetika počinje sabiranjem, koje počiva na brojanju, koje je važan prediktor uspešnosti u oblasti matematike. Deca na mlađem uzrastu obično koriste prste za brojanje i rešavanje zadataka, a kasnije se ta strategija zamenjuje automatskom obradom. Kod dece sa teškoćama u računanju uočeni su problemi prebacivanje sa strategije brojanja na prste ka automatskoj obradi (Geary & Hoard, 2005).

Tokom perioda pre pojave konkretnih logičkih operacija dete stiče iskustveni osnov za automatizaciju reprezentativne funkcije broja i brojnog niza. Ipak, sve do pojave konkretnih logičkih operacija, doživljaj broja biva obeležen intuitivnim mišljenjem, u kome je znanje podređeno opažanju. Ukoliko detetu na preoperativnom periodu zadamo Pijaževu probu korespondencije, njegov odgovor će se zasnivati na globalnoj prostornoj intuiciji (na uzrastu 5-6 godina) ili artikulisanju prostornoj intuiciji (korespondenciji 1 prema 1), na uzrastu 6-7 godina. Iako reprezentativan, misaoni čin direktno potiče iz senzomotornih shema, koje u periodu artikulisane intuicije poprimaju obrise anticipacije i rekonstrukcije.

Pojavom konkretnih logičkih operacija, oko sedme godine, obrazuju se novi oblici organizacije mentalnih struktura, oličeni u elementarnim logičkim strukturama (operacijama grupisanja), konzervaciji, multiplikativnom grupisanju, prostorno-vremenskim operacijama i pojmu broja, kao operacione strukture nastale iz sinteze sposobnosti konzervacije, klasifikacije i serijacije.

Konzervacija, kao sposobnost očuvanja kvantitativnih karakteristika objekta (količina, težina, zapremina, dužina), nezavisno od promene kvalitativnih obeležja (prostorni raspored, oblik, pozicija u prostoru i sl.), pored ranije usvojene permanentnosti objekta, predstavlja osnov pojma broja. Usvajanjem konzervacije, dete razume da su kvantitativne karakteristike elemenata nezavisne od njihove prostorne konfiguracije (menjanjem međusobne pozicije u prostoru, zbijanjem ili širenjem niza elemenata, ne menje se broj elemenata - konzervacija dužine, količine i nekontinuiranih fizičkih kvantiteta) ili oblika (promenom oblika ne menjaju se kvantitativne karakteristike objekta, niti se odražavaju na prostor koji zapremaju - konzervacija težine i zapremine). Usvajanjem konzervacije, broj se, kao kvantitativni izraz, distancira od kvalitativnih kategorija, pa može da služi kao reprezent količine elemenata, nezavisno od njihovih opažajnih definišućih parametara (pet miševa u numeričkom izrazu se izjednačava sa pet slonova).

Klasifikacija, u osnovi atemporalna, podrazumeva apstrahovanje kriterijuma za uspostavljanje simetričnih relacija, odnosno sličnosti. Osnov operativne klasifikacije je inkluzija klasa, koja podrazumeva svest da neki element može pripadati jednoj ili više klasa, u zavisnosti od odabranog kriterijuma, a da jedna klasa može

biti supklasa jedne ili više nadređenih klasa, kao i da te klase mogu biti hijerarhijski podređene višim klasama (broj 1 može biti element klase bilo kog većeg broja, pripadati klasi prve desetice ili stotine, klasi neparnih brojeva i sl.).

Iako je uočavanje razlika i uspostavljanje hijerarhije među njima tekovina ranijeg razvoja, operacije serijacije, kao mogućnosti grupisanja elementata prema uređenim razlikama, čine osnov serijske organizacije brojeva u rastući ili opadajući brojni niz i uvida u odnos između prethodnika i sledbenika, podlozan manipulaciji i upotrebi u numeričkim zadacima. Serijacija je, za razliku od klasifikacije, prostorno vremenski determinisana (u rastućem nizu, objekat koji je manji i u prostoru i u vremenu prethodi većem, a ovaj još većem), bliža perceptivnim iskustvima nego čistim pojmovima, pa se razvija nešto ranije od klasifikacije.

Razvojem operativnosti mišljenja dolazi do prevazilaženja dominacije perceptivnih svojstava objekta i uslovljenosti neposrednim iskustvom. Sažimanjem shema delova i celine, redosleda i permanentnosti objekta, realizuje se mogućnost uopštavanja i integracije na višem nivou, što za rezultat ima apstrahovanje kvalitativnih karakteristika objekata. Sintezom logičkih sistema serijacije, klasifikacije i konzervacije dolazi do formiranja pojma broja, što otvara mogućnost rešavanja problema u ravni logičko-matematičkih odnosa u periodu konkretnih logičkih operacija. Prema rezultatima nekih studija, serijacija i klasifikacija su značajno povezane sa postignućima u oblasti aritmetike u mlađim razredima (Grégoire, 2005, Stock, Desoete, Roeyers, 2006). I nakon analize razlika u rezultatima u sferi radne memorije kao kontrolne varijable, logičke strukture su se pokazale kao snažan prediktor numeričkih sposobnosti kod šestogodišnjaka, nakon procene sprovedene 16 meseci kasnije (Nunes et al., 2007).

Neopijažeovski pristup razvoju numeričkih sposobnosti, osim prekursora i struktura logičkog mišljenja, naglašava značaj brojanja (Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi, 2004; Chard et al., 2005, Le Corre, Van de Walle, Brannon, Carey, 2006). Pretpostavlja se da brojanje prethodi serijskoj organizaciji brojeva u brojni niz, koja je rezultat sposobnosti serijacije, a takođe i pojmu osnovnog broja, koji je ishod klasifikacije. Brojanje je i nezaobilazna strategija u početnoj nastavi matematike, pa dete za računanje, npr. pri sabiranju, koristi strategiju brojanja ( $3+4= 1,2,3.....1,2,3,4,....1,2,3,4,$

5,6,7). Sa uvežbavanjem i memorisanjem se stiče automatizacija i koriste efikasnije strategije rešavanja zadataka (Barrouillet, Lepine, 2005). Brojanje se smatra važnim i za strategije oduzimanja i množenja (Blöte, Lieffering, Ouwehand, 2006). Iako se u mnogim istraživanjima brojanje tretira kao jedinstvena sposobnost, neki autori sugerišu postojanje njegovog proceduralnog i konceptualnog aspekta. Pod proceduralnom komponentom se podrazumeva sposobnost izvođenja zadataka brojanja objekata, kada, na primer, dete uspešno izbroji 5 objekata u nizu. Konceptualna komponenta se ispoljava u izboru odgovarajućeg pristupa zadatku, a povezana je sa osnovnim principima brojanja - principom stabilnog redosleda, korespondencije i osnovnih brojeva (Le Fevre et al., 2006).

Niz istraživanja je ispitivalo značaj proceduralne i konceptualne komponente brojanja za razvoj aritmetičkih veština (Fuchs et al., 2007; Gersten et al., 2005; Johansson, 2005; Le Corre et al., 2006; Le Fevre et al., 2006). U longitudinalnoj studiji, kojom su deca praćena od predškolskog perioda do drugog razreda osnovne škole, utvrđeno je da je brojanje najbolji prediktor razvoja inicijalnog nivoa numeričkih sposobnosti. Osnovno konceptualno razumevanje metoda brojanja objekata i poznavanje redosleda brojeva igraju značajnu ulogu u kasnijim postignućima u oblasti aritmetike. Usavršavanje konceptualnog znanja dovodi do mogućnosti rešavanja složenijih zadataka (Aunola et al., 2004).

Kod dece sa teškoćama u bilo kom od aspekata brojanja generalno se javljaju ispodprosečna matematička postignuća (Jordan, Hanich, & Kaplan, 2003, Dowker, 2005), a predškolci sa neadekvatnim i nefleksibilnim brojanjem često kasnije ispoljavaju smetnje u računanju (Aunola et al., 2004; Gersten et al., 2005), tako da su neki autori uključili identifikaciju brojeva i brojanje kao obavezne ajteme u proceduri skrininga za otkrivanje teškoća u računanju do kraja drugog razreda (Fuchs et al., 2007). Posle drugog razreda kod dece sa smetnjama u brojanju dolazi do disocijacije između proceduralne i konceptualne komponente. Manji broj (13%) dece i dalje ima teškoće obrade u sekvencioniranju brojeva i poimanju osnovnog broja (proceduralni aspekt), dok dve trećine ime teškoće konceptualnog aspekta, koji podrazumeva stvaranje i upotrebu strategija za rešavanje zadatka (Desoete and Grégoire, 2007). Izgleda da sa, razvojem logičkog mišljenja i, u skladu sa tim, uslozňjavanja zahteva u nastavi matematike, brojanje prestaje da



bude bitan činilac uspešnosti. Složenije sposobnosti, kao nosilac konceptualnog znanja, dobijaju primat.

No, i pored potvrđenog značaja predmatematičkih i ranih matematičkih veština, još uvek ne postoji saglasnost o tome koji su prediktori najznačajnije povezani sa formalnom nastavom matematike u ranom školskom periodu (Mazzocco, 2001, 2005; Mazzocco, Myers, 2003; Stock et al., 2006; Vaughn, Fuchs, 2003). Osim struktura konkretnih logičkih operacija (Piaget, 1965). izgleda da su sa ranim uspehom u oblasti matematike povezani brojanje (Gersten et al., 2005; Johansson, 2005), reprezentacija veličine broja (Jordan, Kaplan, Olah, Locuniak, 2006) i poređenje brojeva prema veličini.

U periodu formalnih logičkih operacija, od 11.do 14-15 godine, misaoni proces se oslobađa determinanti očiglednog, konkretnog, neposredno datog. Osnovna obeležja formalnih operacija, u kojima se forma strukture odvaja od sadržaja i time omogućava nastanak hipotetičko deduktivnog mišljenja, su kombinatorika i grupa dve reverzibilnosti. Kombinatorika, koja predstavlja generalizaciju konkretnih logičkih operacija, javlja se u dva oblika - kombinovanje objekata, kao osnov formalnog logičko-matematičkog mišljenja i kombinovanje sudova, kao osnov formalnog verbalno-logičkog mišljenja. Iz nje proističu propozicionalne operacije, zasnovane na logici iskaza, koje omogućavaju operacionu dedukciju na osnovu izrečenih hipoteza. U ravni matematičkog mišljenja, sposobnost hipotetičko deduktivnog mišljenja omogućava pomeranje osnova za rešavanje matematičkih problema sa neposrednih kvantitativnih svojstava konkretnih objekata ka usvajanju i primeni zadatih parametara (definisanih vrednosti, konstanti, teorema i sl.)

Grupa dve reverzibilnosti, koja je osnov sposobnosti „operacija nad operacijama“ nastaje sintezom delimičnih grupisanja ili sistema nastalih u prethodnom stadijumu, sjedinjavajući u celovit sistem i omogućavajući anticipatorne kompozicije. Sistem koji objedinjuje dve reverzibilne operacije omogućava detetu da, u ravni matematičkog mišljenja, izvede zaključak na osnovu koordinacije relacija nezavisnih parametara u interakciji (rezultanta međusobnog delovanja dve sile jednaka je razlici njihovog intenziteta i sl.).

## **Strukturalni osnov numeričkih sposobnosti**

Bilateralne oblasti sive mase parijetalnog režnja i donjeg dela frontalnog režnja se, na osnovu analize moždane aktivnosti kod matematičara, smatraju odgovornim za procese računanja i vizuospacijalnu obradu numeričkih podataka. Uočene su i morfometrijske razlike u oblasti parijetalnog režnja, koje mogu da budu posledica genetske predispozicije i/ili intenzivnog usavršavanja, posebno apstraktnog materijala (Dragnanski et al., 2006).

Numeričku kompetenciju čini niz sposobnosti, nivoa obrade i veština, pa se može očekivati da je ona produkt integrativne aktivnosti mozga. Međutim, postojanje pacijenata sa teškim fokalnim lezijama, koji ispoljavaju deficit u aritmetici uz očuvanost drugih sposobnosti, govori u prilog pretpostavci da za ovu sposobnost ipak postoji specijalizovana area ili mreža u mozgu, pa se razumevanje i manipulisanje brojevima ne može svesti ni na koju od drugih sposobnosti koje utiču na razvoj računanja, na njihov prost zbir ili integraciju (Butterworth, 1999).

Jedna od najjačih potvrda postojanja oblasti specijalizovane za numeričke sposobnosti je slučaj „Signora Gaddi“, koji su opisali Cipolotti, Butterworth, and Denes (1991). Nakon moždanog udara koji je zahvatio levi parijetalni korteks, pacijentkinja je imala niz teškoća sa svim aspektima broja: nije uspevala da, bez brojanja, razlikuje dva od tri objekta, nije mogla da primeni brojanje, niti bilo koju računsku operaciju iznad broja 4. U isto vreme, nije ispoljavala probleme u sferi jezika, spacijalnih sposobnosti, pamćenja, mišljenja ili bilo koje druge nematematičke sposobnosti.

Potpuno obrnut slučaj zabeležen je kod pacijenta nazvanog „Mr Bell“, sa demencijom Pick-ovog tipa, koja je zahvatila većinu kognitivnih funkcija, osim numeričkih sposobnosti. Pacijent je imao duboke deficite u oblasti jezika i pamćenja, ali je i dalje da bio sposoban za sabiranje, oduzimanje i poređenje veličina dvocifrenih i trocifrenih brojeva (Rossor, Warrington, Cipolotti, 1995). To sugeriše da je deo parijetalnog lobusa, lobulus parietalis inferior, dominantne hemisfere, posebno značajan za razumevanje brojeva i računanje.



## Odnos između numeričkih i drugih sposobnosti

Iako je računanje specifična sposobnost, koja ponekad disocira u odnosu na druge sposobnosti (kao što je to slučaj sa savant sposobnostima), ili izraz konstelacije različitih veština, povezana je sa drugim sposobnostima, kao što su opšte intelektualne, verbalne i spacijalne i dr.

### Odnos numeričkih sposobnosti i inteligencije

Numeričke sposobnosti najčešće korespondiraju sa opštim intelektualnim sposobnostima. Osobe sa teškoćama u oblasti računanja obično imaju nešto niži IQ (unutar raspona sposobnosti definisanih Gausovom krivom) u poređenju sa pripadnicima opšte populacije (Greiffenstein, Baker, 2002). No, treba imati u vidu da gotovo sve sposobnosti koreliraju sa opštim intelektualnim sposobnostima, osim u slučajevima uočljive diskrepance, koja rezultuje specifičnim smetnjama, a, takođe, da većina testova inteligencije sadrži procenu računanja. Neka istraživanja govore o nekoj vrsti diskrepance između verbalnog i neverbalnog IQ skora kod osoba sa teškoćama u računanju, jer je među njima zastupljen značajan broj onih čiji je verbalni IQ značajno veći od neverbalnog, ili neverbalni od verbalnog. Istraživanja pokazuju da su i verbalni i neverbalni IQ prediktori kalkulacije i iznalaženja strategije za primenu pravila, s tim što je verbalni IQ snažniji prediktor u oba slučaja (Dowker, 1998).

Studije posvećene proceni računanja kod ranih difuznih lezija mozga i genetskih poremećaja pokazuju da se, osim opšteg zaostajanja u intelektualnom razvoju, javljaju i specifični poremećaji numeričkih sposobnosti (npr. kod Williams-ovog sindroma). U nekim drugim slučajevima ispoljavaju se savant sposobnosti, nezavisno od dubine intelektualne ometnosti. Te pojave se smatraju izuzecima, pa prevladava mišljenje da su kod većine ljudi sa intelektualnom ometenošću numeričke sposobnosti i nivo upotrebe strategija za rešavanje zadataka u skladu sa sposobnostima osoba tipičnog razvoja istog mentalnog uzrasta (Baroody, 1988; Fletcher, Huffman, Bray, Grupe, 1998). Ipak, postoje neka obeležja tipična za intelektualnu ometenost, koja se manifestuju u teškoćama razlikovanja bitnih i nebitnih elemenata numeričkih zadataka. Posebne teškoće kod ove dece ispoljavaju se usled vezivanja

za redosled napisanih ili izgovorenih brojeva, što ukazuje na dominaciju perceptivnih svojstava i intuitivne obrasce rešavanja zadataka, što otežava razlikovanje bitnih od nebitnih elemenata zadatka. Nedograđenost pojma broja kod dece sa intelektualnom ometenošću naročito se očituje pri rešavanju sukcesivnih numeričkih operacija. Usporen razvoj logičkog mišljenja otežava prelazak sa koordinacije akcija na objektima na operacije, koje omogućavaju detetu da razume da je, na primer, broj 10 uvek broj 10, nezavisno od redosleda. Otežano poimanje permanentnosti broja dovodi do teškoća razumevanja klasne strukture broja (Gligorović, 2002).

### Odnos verbalnih i numeričkih sposobnosti

Postoje jasni pokazatelji odnosa između jezičkih i matematičkih teškoća, posebno kad je u pitanju disleksija. Većina dece sa disleksijom ima teškoće samo u oblastima računanja u koje je uključena verbalna memorija, a neka od njih imaju teškoće doživljaja broja, doživljavajući broj samo kao izraz kvantiteta koji se može nabrajati, bez razumevanja međusobnih odnosa različitih brojeva. Značajno je naglasiti i da deca koja imaju teškoće fonemsko-grafemske korespondencije često imaju problem povezivanja broja i cifre. Deca sa govorno-jezičkim i deficitom komunikacije obično ispoljavaju neke slabosti u računanju, posebno u oblastima reprezentaciono/simboličkog razumevanja (kako 1 element/broj 4, npr., može da zameni 4 objekta u prostoru), organizacije elemenata zadatka u prostoru i vremenu- redosled veličina, cifara u višecifrenim brojevima, kao i rešavanju tekstualnih zadataka, verbalne memorije (brojanje, pamćenje numeričkih činjenica i pravila, praćenje pisane ili verbalne instrukcije pri rešavanju zadatka). Novije studije ukazuju na značaj verbalnih sposobnosti, posebno leksičkog pristupa, u zadacima verbalnog tipa. Kod dece sa teškoćama u računanju, kod koje su govorno jezičke sposobnosti u skladu sa uzrastom, često se ispoljavaju teškoće u sferi specifične upotrebe govora u matematici. Dete, na primer, može da uspešno reši neki zadatak koristeći konkretan materijal, ali isti zadatak ne uspeva da reši kad se postavi verbalno, korišćenjem jezika matematike, a ni da verbalno obrazloži postupak koji je uspešno izvršilo na konkretnom materijalu (Wills, 2007). Međutim, kod osoba sa urođenim ili stečenim jezičkim poremećajima, kao i specifičnijim poremećajima verbalne memorije, mogu da

postoje izvrsne numeričke sposobnosti (Butterworth, Cipolotti, Warrington, 1996).

### Odnos spacijalnih i numeričkih sposobnosti

Značaj spacijalnih sposobnosti za matematičke sposobnosti je nesumnjiv, posebno za oblast geometrije, ali tačna priroda i nivo uticaja još nisu u potpunosti jasni (Delgado, Prieto, 2004).

Neke studije ukazuju da deca i odrasli sa matematičkim teškoćama imaju tendenciju da budu lošiji na zadacima spacijalnog nego na zadacima verbalnog rasuđivanja. Međutim, pri analizi se često ne pravi razlika među oblastima aritmetike i geometrije. Ipak, postoje rezultati koji ukazuju na odnos specifičnih ograničenja neverbalnog rasuđivanja i teškoća računanja (Greiffenstein and Baker, 2002). Izvestan nivo spacijalnih sposobnosti je neophodan pri pozicioniranju cifara, postavljanju u liniju, potpisivanja cifara i sl. pri računskim operacijama, tako da one igraju posebnu ulogu u numeričkim operacijama sa višecifrnim brojevima, naročito u pismenom računanju. Inverzije, supstitucije, loše postavljanje i potpisivanje cifara ponekad se naziva spacijalnom diskalkulijom. Problemi se javljaju u pisanju i čitanju matematičkih znakova, pa dete često invertuje brojeve, zamenjuje brojeve (prvenstveno one koji su slični po izgledu – 14 i 41, 17 i 7 i sl.), pogrešno čita i piše višecifrene brojeve (210 umesto 20, npr.), zamenjuje ili izostavlja delove računске operacije. Sposobnost mentalne rotacije nije značajan indikator uspešnosti u oblasti numeričkih sposobnosti, ali se izdvaja kao nezavisan parametar koji značajno utiče na postignuća u oblasti geometrije (Delgado, Prieto, 2004).

Mentalno računanje i serijska organizacija brojeva podležu spacijalnim zakonitostima, jer su brojevi reprezentovani prema poziciji u prostoru u tzv. imaginarnom brojnom nizu, za koji se smatra se da je spacijalno reprezentovan u memoriji. Moguće je da spacijalna reprezentacija brojeva olakšava rešavanje numeričkih verbalnih problema (Geary, 1996). Neka istraživanja govore da su spacijalne sposobnosti važne za sve aspekte matematike, prvenstveno zato što uvećavaju mogući izbor strategija reprezentacije numeričkih odnosa. Ljudi sličnih numeričkih sposobnosti mogu da imaju različite moduse reprezentacije brojeva. Studije koje su analizirale numeričku reprezentaciju kod matematičara govore da neki od njih reprezentuju numeričke probleme prvenstveno

spacijalno, drugi prvenstveno verbalno, a neki na apstraktan način koji ne može da se svede ni na jedan od pomenutih (Lehmann, Juling, 2002).

Na osnovu ispitivanja odnosa između verbalnih i spacijalnih sposobnosti kod osoba sa teškoćama u računanju, neki autori smatraju da pomenute sposobnosti mogu da budu povezane sa različitim formama teškoća, koje mogu da se manifestuju u dva globalna tipa. Prvi tip teškoća je povezan sa disfunkcijom desne, a drugi leve hemisfere. U prvom slučaju, čitanje je očuvano, verbalni IQ je superioran u odnosu na neverbalni, a u numeričkim teškoćama prevladava konceptualni deficit. U drugom slučaju čitanje je otežano, neverbalni IQ je veći od verbalnog, a teškoće računanja su ponajviše vezane za verbalnu memoriju (Deluka, Deldotto, Rourke, 1987; Rourke, 1993). Neke studije potvrđuju nalaze da deca sa teškoćama računanja i čitanja ispoljavaju više teškoća memorije i manje konceptualnih teškoća od dece koja imaju samo teškoće u računanju (Robinson, Menchetti, Torgesen, 2002). Međutim, ne postoji konzistentna podrška za stav da je levohemisferni tip verbalnog deficita povezan sa teškoćama proceduralne i deklarativne memorije kod teškoća u računanju, jer nalazi drugih studija nisu potvrdili razlike u tipu matematičkih teškoća kod dece sa diskalkulijom kod koje se javljaju različiti vidovi diskrepance između verbalnog i neverbalnog IQ (Shalev, Manor, Gross-Tsur, 1997).

### Egzekutivne funkcije i numeričke sposobnosti

Uloga egzekutivnih funkcija u procesu računanja je nesumnjiva, posebno u situacijama kada zadatak ne može da se reši uz upotrebu upamćenih, automatizovanih procedura, već zahteva numeričko rezonovanje (Prabhakaran, Rypma, & Gabrieli, 2001).

Nalazi niza studija naglašavaju značaj egzekutivnih funkcija (Mazzocco, Kover, 2007; Van der Sluis, de Jong, van der Leij, 2007), posebno radne memorije i pažnje (Ricken, Fritz, 2006, Bull, Espy, Wiebe, 2008; Passolunghi, Mammarella, Altoe, 2008) za numeričku kompetenciju.

Za efikasno rešavanje numeričkih zadataka neophodno je usmeravanje pažnje, zanemarivanje elemenata koji su irelevantni za zadatak (inhibitorna kontrola), izbor odgovarajuće strategije, mogućnost promene ili prilagođavanja strategije (fleksibilnost),

pamćenje tekuće procedure (radna memorija), praćenje i evaluacija aktivnosti.

Deca sa teškoćama u računanju često imaju teškoće u sferi egzekutivnih funkcija, posebno u oblasti radne memorije i inhibitorne kontrole (Mazzocco, Kover, 2007). Takođe su manje spremna, u odnosu na svoje vršnjake, da procene da li je rešenje negog računskog zadatka tačno ili nije, što ukazuje na ograničenja praćenja i kontrole aktivnosti, koja otežavaju usavršavanje aritmetičkih pravila i procedura (Garrett, Mazzocco, Baker, 2006).

Osim opštih intelektualnih sposobnosti, verbalnih, specijalnih i egzekutivnih funkcija, kao potencijalno značajne za numeričke sposobnosti navode se i motoričke sposobnosti, gnozija prstiju i muzičke sposobnosti.

### **Mogućnosti procene numeričkih sposobnosti**

Kao što je već pomenuto, još uvek ne postoji jedinstven set distinktivnih kriterijuma za utvrđivanje nivoa razvoja i razvojnih odstupanja u oblasti računanja. Kao najpouzdaniji kriterijumi za procenu ranih matematičkih veština izdvajaju se elementarne logičke strukture (serijacija i klasifikacija), konzervacija nekontinuiranih fizičkih kvantiteta (korespondencija), permanentnost brojnog niza, poređenje brojeva, proceduralni i konceptualni aspekti brojanja.

Korišćenje divergentnih kriterijuma za određivanje graničnih vrednosti postignuća (raspon se kreće od 3. do 45. percentila) pri selekciji dece sa teškoćama dodatno ograničava mogućnost procene i dovodi do izjednačavanja dece sa različitim nivoima teškoća (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, Numtee, 2007; Mazzocco, Devlin, McKenney, 2008). Primenom selektivnih kriterijuma, kojima se izbegava izjednačavanje teških i blagih odstupanja u računanju, utvrđene su razlike u oblasti numeričkih veština u predškolskom i školskom periodu između ove dve grupe dece. Kod dece sa izraženim teškoćama javljaju se kvalitativno različiti profili u sferi prisećanja činjenica i pravila, a kod dece sa blagim teškoćama kvantitativne razlike u odnosu na decu tipičnih postignuća (Mazzocco et al., 2008). Takođe je nađeno da deca sa teškim smetnjama imaju izražene deficite matematičkog mišljenja, naglašen deficit radne memorije i brzine obrade informacija (Geary et al., 2007).

Osim kriterijuma selekcije, važan parametar je konzistentnost postignuća tokom vremena (Hanley, 2005; Mazzocco, Myers, 2003). Deca sa teškoćama u oblasti računanja često se identifikuju procenom tokom jednog testiranja, što, imajući u vidu dinamičnost numeričkog potencijala i promena tokom razvojnog procesa, nije odgovarajući pristup (Shalev, 2004). Model fluktuacije, koji podrazumeva mogućnost kolebanja rezultata oko graničnih vrednosti tokom vremena, kao i kriterijum perzistencije teškoća tokom vremena, pokazao se kao relevantan pri selekciji dece sa teškoćama u računanju. U nekim studijama, selekcija dece se vrši na osnovu procene tokom 2 ili više uzastopnih godina (Fletcher et al., 2005), jer su utvrđene razlike između dece kod koje su jednom utvrđene teškoće i dece koja pri sukcesivnoj proceni pokazuju isti trend teškoća nezavisno od primenjenog tretmana (Fletcher et al., 2005; Mazzocco, 2001; Murphy et al., 2007). Novija istraživanja govore u prilog tome da se sposobnosti dece sa teškoćama u razvoju numeričkih sposobnosti kvalitativno razlikuju od sposobnosti dece sa slabim postignućem u oblasti računanja (Mazzocco et al. 2008, Geary et al., 2007).

Numeričke sposobnosti se ne mogu posmatrati samo preko specifičnog testovnog materijala, pa je nalaz neophodno dopuniti podacima vezanim za postignuća deteta u nastavi matematike. Isključivo oslanjanje na standardizovane test-procedure može da rezultuje propuštanjem krucijalnih aspekata upotrebe strategije, odnosa deteta prema zadacima i primenljivosti usvojenog znanja u svakodnevnom životu.

U našoj sredini nema standardizovanih testova za procenu numeričkih sposobnosti, tako da se teškoće obično uočavaju na osnovu neuspeha u nastavi matematike, koji ne korespondira sa opštim uspehom i kriterijumskih testova.

Povezanost numeričkih sposobnosti sa drugim sposobnostima nalaže određivanje specifične konstelacije sposobnosti koje determinišu teškoće u računanju. Prema konceptu zasnovanom na prevashodno teorijskom i, donekle metaanalitičkom, pristupu, teškoće numeričkih sposobnosti se manifestuju u tri vida, konstelišući tri različita suptipa teškoća. Prvom suptipu, takozvanom proceduralnom, pripadaju deca čija su postignuća bliska postignućima dece sa razvojnim poremećajima, i kod koje se često javlja napredak sa uzrastom i školovanjem. Ova deca često greše zbog nepažnje, koriste nezrele strategije (prste



za brojanje) i ne razumeju u potpunosti osnovne procese koji su u osnovi rešavanja zadatka, odn. proceduru rešavanja, a takođe imaju teškoće prelaska sa jedne računске operacije na drugu, svrsishodnu u datoj fazi rešavanja. Ovaj tip teškoća korespondira sa deficitom egzekutivnih funkcija. Drugi tip teškoća karakteriše se deficitom semantičke memorije, koji traje tokom čitavog školovanja. Ova deca često imaju teškoće u čitanju, a u domenu numeričkih sposobnosti, u upamćivanju i prisećanju matematičkih činjenica i pravila. Pretpostavlja se da je problem prisećanja proizvod disfunkcije dominantne hemisfere. Poslednji tip je vizuospacijalni suptip, a deca koja mu pripadaju nemaju teškoće u čitanju, a ispoljavaju probleme percepcije, specijalne reprezentacije, ujednačavanja kolona, razumevanja odnosa između broja i količine. Ova teškoća se povezuje sa disfunkcijom nedominantne hemisfere (Geary, 2004).

### **Edukativne implikacije**

Najvažnije determinante tretmana numeričkih sposobnosti, esencijalne za uspešno ovladavanje programskim sadržajima nastave matematike u mlađem školskom uzrastu, su:

- uvid u nivo kognitivnog razvoja deteta;
- način obrade matematičkih informacija pošto se smatra da svaka osoba ima jedinstven stil učenja ili matematičku ličnost ("mathematics learning personality"), koja se može ispoljiti u rasponu od čisto kvantitativne do čisto kvalitativne;
- spremnost za usvajanje matematičkih veština, koju čine u osnovi nematematičke i rane matematičke sposobnosti.

Stimulativni i korektivni tretman numeričkih sposobnosti, u kliničkim uslovima i procesu edukacije, treba da bude usmeren na razumevanje matematičkih koncepata neophodnih za samostalan život, kao što su koncepti vremena, novca, merenja i osnovnih računskih operacija primenljivih u svakodnevnom životu.

Opšte smernice tretmana odnose se na: primenu demonstracije, modelovanja i fidbeka; uvežbavanje u cilju postizanja fluentnosti neke procedure (kumulativno znanje i generalizacija procedura); korišćenje materijala od konkretnog ka apstraktnom; verbalizaciju problema; učenje strategija za rešavanje problema; uključivanje vršnjaka, upotrebu računara i sl.

Najvažnije komponentne stimulativnog i korektivnog tretmana numeričkih sposobnosti obuhvataju:

Rane matematičke veštine - brojanje, količina, stabilan redosled brojeva u brojnom nizu, irelevantnost redosleda brojanja za količinu i uspostavljanje korespondencije.

Brojanje se može uvežbavati spacijalno i vremenski. Za prostorno uvežbavanje detetu se daju setovi rastućeg broja objekata (od 10 do 20) i kaže mu se da ih naglas broji, čime se uvežbava reprezentacija broja i čin brojanja; takođe se koristi i shema prstiju. Za vremensko uvežbavanje koristi se brojanje niza tonova ili pokreta. Broji se unapred i unazad.

Reprezentativna funkcija broja, odn. mogućnost da se konkretni objekti zamene brojem, tako da se brojevima može manipulirati nezavisno od opažajih odlika objekta, uvežbava se zadacima korespondencija 1 prema 1 – dovođenje objekata u korespondentan odnos, nizanje objekata sa numerisanjem po određenom redosledu. Pri tome se svaki od objekata označava narednim brojem iz brojnog niza, čime se uspostavlja stabilnost brojnog niza, shvatanje da je redosled brojeva u brojnom nizu nepromenljiv.

Irelevantnost redosleda (ako brojimo elemente iste grupe različitim redosledom, poštujući brojni niz, iz ma kog smera, rezultat se ne menja), veoma važna za kasnije sabiranje i oduzimanje, može se uvežbati tako što odrasli naglas broji i pokazuje elemente grupe objekata (od 5 do 20), a onda zahteva od deteta da proceni rezultat brojanja ako bi se brojalo drugačijim redosledom. To se ponavlja nakon dodavanja ili oduzimanja jednog elementa, kad se od deteta očekuje da kaže koliko će elemenata biti ako dodamo/oduzmemo jedan. Dete na taj način postaje svesno konstantnosti količine nezavisno od redosleda nabiranja objekata. Takođe se usavršava posmatranje i predikcija rezultata.

U početnoj fazi uvežbavanja osnovnih brojeva dete treba da uoči da poslednji broj pri brojanju grupe objekata izražava količinu objekata u grupi. Daje mu se nalog da broji grupe elemenata rastućeg broja, a kada izbroji, pitamo ga koliko je objekata u grupi. Ako je usvojilo princip, ponoviće poslednji broj, a ako nije, brojaće ponovo.

Osnov za razvoj elementarnih logičkih struktura uvežbava se grupisanjem objekata prema sličnosti, poređenjem formiranih grupa prema veličini, identifikacijom manje-više-jednako, grupisanjem

objekata prema uređenim razlikama - od najkraćeg ka najdužem, najtanjeg ka najdebljem i sl., uključivanjem manjeg skupa u veći, izdvajanjem manjeg skupa iz većeg i sl.

#### Prevođenje numeričkih problema prezentovanih u konkretnom, verbalnom i numeričkom obliku

Za uvežbavanje konvertovanja numeričkih elemenata koriste se zadaci prevođenja u svim smerovima jer je mogućnost prevođenja između konkretnog, verbalnog i numeričkog formata krucijalna za razvoj numeričkih veština. Detetu se daje konkretan materijal koji treba prevesti na matematički jezik i obrnuto, jezički zadatak koji se prevodi u konkretan materijal ili numerički izraz i sl.

Uvežbavanje grafičko-numeričke reprezentacije količine vrši se pisanjem i čitanjem brojeva. Detetu se daje da čita i piše (na verbalni nalog i prema modelu) grupe jednocifrenih i dvocifrenih brojeva. Deci sa teškoćama pisanja dvocifrenih brojeva može se dati da sortiraju objekte u grupe od po 10. Uvežbava se čitanje i pisanje višecifrenih brojeva, posebno brojeva sa nulom, menjanje smera čitanja i pisanja višecifrenih brojeva i sl.

Razumevanje značaja pozicije broja u numeričkim operacijama uvežbava se dodavanjem jedinica deseticama, desetica jedinicama, desetica deseticama i sl. Radi se i poređenje dvocifrenih brojeva prema veličini (različiti prema jedinicama 23 i 27) deseticama (34 i 44) ili obe kategorije (41 i 38). Dete treba da sabira desetice i jedinice na više načina - numeracijom napisanih brojeva, u nizu ili bloku, na sopstvenim i prstima na slici, novčićima sitnijih i krupnijih apoenaa, bili kom materijalu koji je detetu poznat, uz korišćenje matematičkih znakova.

Rešavanje verbalnih problema uvežbava se korišćenjem problem-priča sa sabiranjem i oduzimanjem, koje odrasli treba da komentariše sa detetom (treba li da dodamo ili oduzmemo broj, šta treba da uradimo sa brojem i sl., ima li Ana više jabuka od Nikole...), a potom dete numerički reprezentuje zadatak. Uvežbava se razumevanje problem-priča različitih semantičkih tipova, selekcija odgovarajućeg odgovora i rešavanje problema, a takođe i numerička reprezentacija verbalnog sadržaja uz upotrebu matematičkih znakova.

Stvaranje, primena i generalizacija strategija u sabiranju i oduzimanju – jedan od najvažnijih aspekata za matematičko rasuđivanje je sposobnost da se izvede i predvidi nepoznata numerička činjenica

na osnovu poznatih, npr. korišćenjem aritmetičkih principa kao što su zamena vrednosti (komutativnost), asocijativnost, princip inverzije u sabiranju i oduzimanju i sl. Detetu se daju zadaci (ili rešeni zadaci), nakon čijeg rešavanja im se da zadatak koji se lako može rešiti uz upotrebu jednostavnih principa izvedenih iz prethodnog zadatka (npr. posle sume  $22 + 41 = 63$ , daje se  $23 + 41$ ,  $22 + 42$ , i sl.). Treba uvežbavati i komutativnost ( $7 + 9 = 16$ , sledi da je  $9 + 7 = 16$ ), kao i na  $N + 1$  ( $6 + 4 = 11$ ,  $6 + 5 = 11 + 1 = 12$ ) i  $N - 1$  baziranu asocijativnost ( $6 + 4 = 10$ ,  $6 + 3 = 10 - 1 = 9$ ). Od deteta se zahteva da objasni na koji način mu je prethodni zadatak olakšao rešavanje narednog. Kod dece sa izraženijim teškoćama i kod zahtevnijih zadataka se koristi konkretan materijal, a može i da se demonstrira strategija, ukoliko dete samo ne dođe do nje. Usvojena strategija se potom primenjuje na zadatke sličnog tipa (generalizacija).

Aritmetička procena, odnosno sposobnost da se proceni približan rezultat zadatka, uvežbava se zadavanjem niza problema različitog nivoa složenosti, čiju procenu dete treba da da. Detetu se daju dve različite procene dvoje imaginarnе dece (Ana i Nikola, npr.) i zahteva se od njega da na petočlanoj skali evaluira svaku od njih, od vrlo dobre do vrlo loše (Dowker, 1997). Ukoliko je moguće, od deteta se očekuje da obrazloži svoju evaluaciju.

Za uvežbavanje upamćivanja i prisećanja numeričkih činjenica detetu se prezentuju bazične činjenice sabiranja i oduzimanja ( $2 + 2 = 4$ ,  $4 + 4 = 8$  i sl.), koje se ponavljaju tokom iste sesije u sukcesivnim serijama. Takođe se mogu koristiti i igre sa brojevima, koje jačaju pamćenje i prisećanje numeričkih činjenica i podstiču njihovu automatizaciju, kao i akumulaciju i hijerarhizaciju znanja (Straker, 1996).

Konceptualizacija i povezivanje se uvežbavaju primenom numeričkih operacija u konceptima vremena, novca i merenja (npr. Miloš stiže u školu za 10 minuta, a Jelena je potrebno tri puta više vremena. Za koliko vremena Jelena stiže u školu? Mala čokolada košta 80 dinara, srednja 40 dinara više, a velika koliko mala i srednja zajedno. Koliko košta velika čokolada? Milenina kuća je udaljena 400 m od škole, Markova je 300 metara udaljenija. Koliko je Markova kuća udaljena od škole?).

## ZAKLJUČAK

Kvalitet numeričkih sposobnosti u detinjstvu, kao produkt niza međusobno povezanih sposobnosti i veština, uslovljen je strukturalnim i funkcionalnim razvojem centralnog nervnog sistema i nivoom senzomotornih iskustava. Teškoće u računanju nastaju kao rezultat usporenog ili neujednačenog razvoja u jednoj ili više oblasti bazičnih matematičkih veština, nezavisno od opšteg intelektualnog potencijala, edukacije i motivacije deteta. Širina i međusobna povezanost spektra sposobnosti i veština koje su osnovi računanja otežavaju utvrđivanje osnovnog deficita i programiranje odgovarajućeg tretmana. Iako ne postoji saglasnost oko broja i vrste distinktivnih kriterijuma za utvrđivanje nivoa razvoja i razvojnih odstupanja u oblasti računanja, najrelevantnijim determinantama ranih matematičkih veština smatraju se elementarne logičke strukture, poređenje brojeva, permanentnost brojnog niza, proceduralni i konceptualni aspekti brojanja, pa se na njima i zasniva inicijalni program ranog tretmana.

## LITERATURA

1. Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to Grade 2. *Journal of Educational Psychology, 96*, 699–713.
  2. Barrouillet, P., & Lepine, R. (2005). Working memory and children's use of retrieval to solve addition problems. *Journal of Experimental Child Psychology, 91*, 183–204.
  3. Blöte, A. W., Lieffering, L. M., & Ouwehand, K. (2006). The development of many-to-one counting in 4-year-old children. *Cognitive Development, 21*, 332–348.
  4. Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology, 33*, 205–228.
  5. Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 46*, 3–18.
- Chard, D. J., Clarke, B., Baker, S., Otterstedt, J., Braun, D., & Katz, R. (2005). Using measures of number sense to screen for

- difficulties in mathematics: Preliminary findings. *Assessment for Effective Intervention*, 30, 3–14.
6. Coleman, M. R., Buysse, V., & Neitzel, J. (2006). Recognition and response. An Early intervening system for young children at-risk for learning disabilities. Research synthesis and recommendations. Chapel Hill: University of North Carolina FPG Child Development Institute.
  7. Delgado, A.R. & Prieto, G. (2004). Cognitive mediators and sex-related differences in mathematics. *Intelligence*, 32, 25–32.
  8. Desoete, A. (2008). Co-morbidity in mathematical learning disabilities: Rule or exception? *Open Rehabilitation Journal*, 1, 15–26.
  9. Desoete, A., Ceulemans, A., Roeyers, H., & Huylebroeck, A. (2009). Subitizing or counting as possible screening variables for learning disabilities in mathematics education or learning? *Educational Research Review*, 4, 55–66.
  10. Desoete, A., & Grégoire, J. (2007). Numerical competence in young children and in children with mathematics learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, 16, 351–367.
  11. Desoete, A., Stock, P., Schepens, A., Baeyens, D., & Roeyers, H. (2009). Classification, seriation and counting in grades 1, 2, and 3 as two-year longitudinal predictors for low achieving in numerical facility and arithmetical achievement? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27, 252–264.
  12. DiPerna, J. C., Lei, P.-W., & Reid, E. E. (2007). Kindergarten predictors of mathematical growth in the primary grades: An investigation using the Early Childhood Longitudinal Study – Kindergarten cohort. *Journal of Educational Psychology*, 99, 369–379.
  13. Dowker, A. (2005). Individual differences in arithmetic: Implications for psychology, neuroscience and education. New York: Psychology Press.
  14. Dowker, A. (2003). Brain-based research: Implications for mathematics education. In I. Thompson (Ed.), *Enhancing primary school mathematics teaching and learning* (pp. 191–198). Milton Keynes: Open University Press.
  15. Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., et al. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428–1446.



16. Fischer, B., Gebhardt, C., & Hartnegg, K. (2008). Subitizing an visual counting in children with problems acquiring basic arithmetic skills. *Optometry and Vision Development*, 39, 24–29.
17. Fletcher, J. M., Coulter, W. A., Reschly, D. J., & Vaughn, S. (2004). Alternative approaches to the definition and identification of learning disabilities: Some questions and answers. *Annals of Dyslexia*, 54, 304–331.
18. Fletcher, J. M., Denton, C., & Francis, D. J. (2005). Validity of alternative approaches for the identification of learning disabilities: Operationalizing unexpected underachievement. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 545–552.
19. Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Bryant, J. D., Hamlett, C. L., & Seethaler, P. M. (2007). Mathematics screening and progress monitoring at first grade: Implications for responsiveness to intervention. *Exceptional Children*, 73, 311–330.
20. Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 4–15.
21. Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2005). Learning disabilities in arithmetic and mathematics: Theoretical and empirical perspectives. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 253–268). New York: Psychology Press.
22. Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78, 1343–1359.
23. Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and Intervention for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 293–304.
24. Gligorović M. (2002): Numeričke sposobnosti kod dece s lakom mentalnom retardacijom; *Istraživanja u defektologiji*, Beograd br. 1, 81-93
25. Grégoire, J. (2005). Développement logique et compétences arithmétiques: Le modèle piagétien est-il toujours actuel? [Longitudinal development and arithmetical competences: Is the Piagetian model still actual?]. In M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte, & J. Grégoire (Eds.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques [Teaching and learning mathematics]* (pp. 57–77). Brussels, Belgium: De Boeck.

26. Greiffenstein, M.F. & Baker, J.W. (2002). Neuropsychological and psychosocial correlates of adult arithmetic deficiency. *Neuropsychology, 16*, 451–458.
27. Hanley, T. V. (2005). Commentary on early identification and interventions for students with mathematical difficulties: Make sense—Do the math. *Journal of Learning Disabilities, 38*, 346–349.
28. Holloway, I. D., & Ansari, D. (2009). Mapping numerical magnitudes Onto symbols: The numerical distance effect and individual differences in children’s mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 17–29.
29. Johansson, B. S. (2005). Number-word sequence skill and arithmetic performance. *Scandinavian Journal of Psychology, 46*, 157–167.
30. Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, B. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development, 74*, 834–850.
31. Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8–9 year old students. *Cognition, 93*, 99–125.
32. Le Corre, M., Van de Walle, G., Brannon, E. M., & Carey, S. (2006). Re-visiting the competence/performance debate in the acquisition of the counting principles. *Cognitive Psychology, 52*, 130–169.
33. Le Fevre, J.-A., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Skwarchuk, S.-L., Sargla, E., Arnup, J. S., et al. (2006). What counts as knowing? The development of conceptual and procedural knowledge of counting from kindergarten through Grade 2. *Journal of Experimental Child Psychology, 93*, 285–303.
34. Lehmann, W. & Juling, I. (2002). Spatial reasoning and mathematical abilities: Independent constructs or two sides of the same coin? *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 49*, 31–43.
35. Mazzocco, M. M. M. (2005). Challenges in identifying target skills for math disability screening and intervention. *Journal of Learning Disabilities, 38*, 318–323.
36. Mazzocco, M. M. M., Devlin, K. T., & McKenney, S. J. (2008). Is it a fact? Timed arithmetic performance of children with

- mathematical learning disabilities (MLD) varies as a function of how MLD is defined. *Developmental Neuropsychology*, 33, 318–344.
37. Mazzocco, M. M. M., & Kover, S. T. (2007). A longitudinal assessment of executive function skills and their association with math performance. *Child Neuropsychology*, 13, 18–45.
  38. Mazzocco, M. M. M., & Myers, G. F. (2003). Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school-age years. *Annals of Dyslexia*, 53, 218–253.
  39. Mazzocco, M. M. M., & Thompson, R. E. (2005). Kindergarten predictors of math learning disability. *Learning Disabilities Research and Practice*, 20, 142–155.
  40. Muldoon, K. P., Lewis, C., & Francis, B. (2007). Using cardinality to compare quantities: The role of social-cognitive conflict in early numeracy. *Developmental Science*, 10, 694–711.
  41. Murphy, M. M., Mazzocco, M. M. M., Hanich, L. B., & Early, M. C. (2007). Cognitive characteristics of children with mathematics learning disability (MLD) vary as a function of the cutoff criterion used to define MLD. *Journal of Learning Disabilities*, 40, 458–478.
  42. Nunes, T., Bryant, P., Evans, D., Bell, D., Gardner, A., Gardner, A., et al. (2007). The contribution of logical reasoning to the learning of mathematics in primary school. *British Journal of Developmental Psychology*, 25, 147–166.
  43. Pasnak, R., Cooke, W. D., & Hendricks, C. (2006). Enhancing academic performance by strengthening class-inclusion reasoning. *Journal of Psychology*, 140, 603–613.
  44. Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoe, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology*, 33, 229–250.
  45. Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 348–367.
  46. Piaget, J. (1965). *The child's conception of number*. New York: Norton.
  47. Prabhakaran, V., Rypma, B., & Gabrieli, J. (2001). Neural substrates of mathematical reasoning: A functional magnetic

- resonance imaging study of neocortical activation during performance of the necessary arithmetical operations test. *Neuropsychology*, 15, 115-127.
48. Rickard, T.C., Romero, S.G., Basso, G., Wharton, C., Flitman, S., & Grafman, J. (2000). The calculating brain: An fMRI study. *Neuropsychologia*, 38, 325-335.
  49. Ricken, G., & Fritz, A. (2006). Working memory functions in children with different arithmetical performance at kindergarten. *Psychologie in Erziehung Und Unterricht*, 53, 263-274.
  50. Robinson, C.S., Menchetti, B.M., & Torgesen, J.K. (2002). Toward a two-factor theory of one type of mathematics disabilities. *Learning Disabilities Research and Practice*, 17, 81-89.
  51. Shalev, R. S. (2004). Developmental dyscalculia. *Journal of Child Neurology*, 10, 766-771.
  52. Shalev, R.S., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (2005). Developmental dyscalculia: A prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 121-125.
  53. Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2006). Focussing on mathematical disabilities: A search for definition, classification and assessment. In S. V. Randall (Ed.), *Learning disabilities: New research* (pp. 29-62): Hauppauge, NY: Nova Science.
  54. Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2007). Early markers for arithmetic difficulties. *Educational and Child Psychology*, 24, 28-39.
  55. Van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35, 427-449.
  56. Vaughn, S., & Fuchs, L. S. (2003). Redefining learning disabilities as inadequate response to instruction: The promise and potential problems. *Learning Disabilities Research and Practice*, 18, 137-143.

## NUMERICAL ABILITIES IN CHILDHOOD

Milica Gligorović

*University of Belgrade, Faculty of Special  
Education and Rehabilitation*

### Summary

This paper is devoted to consideration of nature, structure and manifestations of numerical abilities in childhood. Special attention is paid to the development of premathematical and early mathematical abilities, as well as to developmental retreats which may be the predictors of numerical difficulties in early school age. Also, it deals with temporary assessment concepts and possibilities of stimulative and corrective treatment in the area of numerical abilities.

**Key words:** numerical abilities, difficulties in numerical abilities, premathematical abilities

*Primljeno: 27. 9. 2010.*