

UNIVERSITATEA ALEXANDRU-IOAN CUZA IAȘI
FACULTATEA DE PSIHOLOGIE ȘI ȘTIINȚE ALE EDUCAȚIEI
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE ALE EDUCAȚIEI

**DEZVOLTAREA ȘI CONSOLIDAREA „SIMȚULUI
NUMERIC” ÎN TERAPIA TULBURĂRILOR SPECIFICE DE
ÎNVĂȚARE CU AFECTAREA DOMENIULUI MATEMATIC
LA ELEVII CU CERINȚE EDUCAȚIONALE SPECIALE
INTEGRAȚI ÎN ȘCOALA DE MASĂ**

- rezumat -

Drd. Petru-Marian Călinescu

Coordonator: Prof. univ. dr. Alois Gherguț

IUNIE, 2023

PARTEA TEORETICĂ

Capitolul I .Matematica. Delimitări conceptuale

Matematica este „știința numerelor, a operațiilor, inter-relațiilor, combinărilor, generalizărilor și abstractizărilor numerice, dar și a configurațiilor spațiale, cu structura, măsurarea, transformările și generalizările acestora” (www.merriam-webster.com). Pe scurt, ea reprezintă „știința cantității și a relațiilor cantitative” (Kosc, 1979, p. 12-13). În esență, matematica poate fi privită ca un limbaj a cărui primă funcție este să reprezinte cât mai bine realitatea și să o modeleze (Petrovici, 2014). **Aritmetica** este ramura matematicii dedicată studiului cantităților, folosindu-se de operațiile tradiționale de adunare, scădere, înmulțire și împărțire (Soares & Patel, 2015). Aritmetica se ocupă de proprietățile logice ale numerelor și manipularea acestora (Looi, et. al., 2016). **Limbajul matematic** este format din obiectele sau conceptele matematice (numerele, mărimile și formele) și regulile care stabilesc relațiile dintre acestea (Roegiers Xavier, apud. Petrovici, 2014). **Conceptul de număr.** În forma sa superioară, conceptul de număr înglobează cel puțin trei accepțiuni: (a) aspectul ordinal – al câtuilea dintr-o serie este un obiect: primul, al doilea, al treilea, etc.; (b) aspectul cardinal – câte elemente sunt într-o mulțime: unu, doi, trei, etc.; și (c) aspectul nominal – cu rol strict de identificare: numărul de pe plăcuțele de înmatriculare a mașinilor, codul numeric personal, etc. (Looi, et. al., 2016). **Numeratia** (engl., *numeracy*, Looi, et. al., 2016) se referă la abilitatea de a utiliza practic cunoștințele numerice, în viața de zi cu zi. **Efectul distanței.** În 1967, Moyer și Landauer (Gullick, 2012) au descris pentru prima dată relația inversă dintre diferența a două numere și timpul necesar unei persoane pentru a stabili care număr din perechea dată este mai mare. Cu alte cuvinte, cu cât două numere sunt mai apropiate în valoare absolută (de exemplu, 4 vs.5) cu atât va fi necesar mai mult timp pentru a aprecia corect care este numărul mai mare. Dacă cele două numere sunt mai îndepărtate ca valoare absolută (de exemplu, 1 vs. 8), timpul necesar efectuării comparației va fi mai mic. **Efectul magnitudinii.** În cazul sarcinilor ce presupun compararea de numere s-a mai observat de asemenea că, în cazul a două perechi de numere egal distanțate între ele, timpul necesar pentru a decide care număr este mai mare crește pe măsură ce numerele de comparat sunt mai mari în valoare absolută. **Efectul SNARC** (engl, *Spatial Numerical Association of Response Codes*) se referă la predispoziția oamenilor de a reacționa mai repede atunci când li se solicită, de pildă, să compare două numere dacă folosesc mâna dreaptă pentru numere mari și mâna stângă pentru numere mici. **Lateralitatea încrucișată ochi - mână** se referă la situația în care ochiul dominant, respectiv mâna dominantă se află pe părțile opuse ale corpului unei persoane (Luken & Yancosek, 2017). **Simțului numărului.** Capacitatea umană de a înțelege și de a opera cu cantitățile într-o manieră abstractă se dezvoltă dintr-o abilitate înăscută, numită „*simț numeric*” (Dehaene, 1997). Berch (2005, apud. Locuniak & Jordan, 2008) a operaționalizat simțul numeric prin patru acțiuni mintale: (a) subitizarea cantităților mici (engl., *subitization*), adică aprecierea instantanee a numărului de obiecte în mulțimile mai mici de patru; (b) compararea numerelor; (c) număratul și (d) calculele aritmetice simple. **Îmbunătățirea simțului numeric prin joc.** Angajarea în diverse jocuri sau activități având un conținut educațional formal sau nonformal ajută la construirea abilităților numerice. *Jocurile adaptive* sunt programe computerizate ai căror algoritmi de funcționare sunt ajustați la posibilitățile unei persoane astfel încât să îi asigure acesteia un antrenament intensiv ce atrage după sine schimbări de lungă durată la nivel cerebral (Wilson, et. al., 2006). Se face o distincție între învățarea prin joc și *gamificarea* învățării, ultimul termen referindu-se la crearea unui context atractiv, organizat pe nivele și gratificant pentru activități de învățare altminteri puțin atractive pentru elevi. **Eficiența învățării prin joc.** Metaanalizele realizate de diverși autori au generat rezultate contradictorii. Unele au indicat superioritatea metodelor tradiționale în defavoarea învățării prin joc sau asistate de calculator, altele au condus la rezultate favorabile metodelor moderne de învățare prin joc, dar au fost și autori care au raportat diferențe

ne semnificative între cele două metode (Rasanen, 2009). Totuși, Phillips et. al. (2014), analizând 58 de studii calitative, au raportat o scădere a anxietății și o creștere a motivației în cazul elevilor care au fost implicați în jocuri educaționale.

Capitolul II

Tulburare specifică de învățare a matematicii sau discalculie?

Tulburarea specifică de învățare. Conform DSM-5, diagnosticul de *tulburare specifică de învățare* descrie incapacitatea elevului de a percepe și procesa informația într-o manieră corectă și eficientă. O tulburare specifică de dezvoltare, indiferent de domeniul sau domeniile în care se manifestă (dobândirea cititului, scrisului sau abilităților matematice), este manifestarea vizibilă a unei perturbări neurologice și devine evidentă încă din primii ani de școală primară. Ambele situații, în care un elev nu poate atinge nivelul de performanță considerat acceptabil sau cea în care elevul atinge respectivul nivel, dar cu un efort extrem, reprezintă tulburări specifice de învățare. Trebuie subliniat faptul că tulburările specifice de învățare pot apărea și la elevi considerați capabili din punct de vedere intelectual, dar care nu reușesc, nici prin inteligența lor nativă, nici prin strategii compensatorii, să obțină rezultatele dorite la teste sau la evaluări contratimp. Un criteriu important este acela al persistenței simptomelor pentru cel puțin 6 luni, în pofida intervențiilor educaționale menite să corecteze deficitul (așa numitul criteriu RTI – *response to intervention*). **Tulburarea specifică de învățare a matematicii.** Referitor la tulburările specifice de învățare care afectează dezvoltarea abilităților aritmetice, acestea se pot manifesta într-unul sau mai multe din domeniile următoare: înțelegerea semnificației numerelor, memorarea formulelor sau operațiilor aritmetice, calculul aritmetic corect sau fluent, raționamentul matematic corect. După gradul de afectare, tulburarea specifică de învățare a matematicii poate fi ușoară, medie sau severă. **Discalculia.** Termenul de discalculie a pătruns în literatura de specialitate pe filiera neuroștiințelor (Evans, 2008), și unde semnifică pierderea capacității de a înțelege și opera cu noțiuni matematice, provocată de leziuni la nivel cortical. În cazurile cele mai grave poate îmbrăca forma acalculiei, fiind după anumiți autori sinonim cu termenul de anaritmie (engl., *anarithmetria*), adică imposibilitatea ca o persoană să își mai amintească cunoștințele aritmetice de bază din cauza unei afectări a regiunii posterioare din emisfera stângă (Augustiniak, et. al., 2005). Atunci când nu este vorba despre o pierdere propriu-zisă a cunoștințelor dobândite anterior, ci despre capacitatea scăzută de a învăța noțiuni și procedee matematice noi, termenul larg utilizat pentru situația descrisă este cel de discalculie de dezvoltare (engl., *developmental dyscalculia*) (Butterworth, et.al., 2010; Raja & Kumar, 2011).

Capitolul III Anxietatea generată de matematică

Definirea anxietății generate de matematică. Anxietatea, în sens larg, a fost definită de Spielberger încă din 1972 ca fiind reacția însumând sentimente neplăcute de tensiune și teamă, însoțite de o activare a sistemului nervos autonom. Anxietatea generată de matematică reprezintă condiția în care indivizii trăiesc emoții negative atunci când au de rezolvat sarcini ce presupun abilități numerice sau matematice (Richardson & Woolfolk, 1980, apud. Maloney, et. al., 2010). Autorii Scalei de Evaluare a Anxietății generate de matematică (MARS), Franck Richardson și Richard Suinn (1972) afirmă că anxietatea generată de matematică se referă la tensiunea și frica resimțite când o persoană manipulează numere sau când trebuie să rezolve probleme matematice în diverse situații de viață obișnuită ori într-un mediu academic. Tobias și Weissbrod (1980) caracterizau anxietatea generată de matematică prin „panica, neajutorarea, paralizia și dezorganizarea mentală care apar atunci când anumite persoane sunt nevoite să rezolve o problemă matematică”. Anxietatea generată de matematică se manifestă, în general,

ca o formă subclinică de fobie specifică (DSM-5). Manifestarea anxietății generate de matematică nu îmbracă, de obicei, o formă spectaculoasă, de tipul atacului de panică, dar satisface în majoritatea cazurilor criteriul fricii marcante și persistente la confruntarea cu stimuli ce țin de domeniul matematic.

Cauzele anxietății generate de matematică. Principala cauză de apariție a anxietății generate de matematică se consideră a fi umilirea elevului în public. Atitudinea corectă a educatorului ar trebui să fie una suportivă, elevul ar trebui mai curând încurajat, recompensat, nu criticat, iar matematica transformată într-un domeniu, pe cât posibil, amuzant. De asemenea, s-ar impune și o demistificare, în sensul de a se oferi elevilor explicații clare cu privire la slăbiciunile lor la matematică și disfuncțiile de neurodezvoltare de care suferă, fără a se pierde din vedere și punctele lor forte. Pentru a suscita optimismul în ceea ce privește învățarea, matematica ar trebui să fie nu doar o provocare, ci și un țel care poate fi atins (Levine, Lindsay and Reed, 1992). Prin urmare, dacă ostilitatea profesorilor și situațiile jenante sunt potențial generatoare de anxietate față de matematică, atunci obiectivele educaționale stabilite de profesori ar trebui să fie realiste și progresive, iar elevii mai anxioși ar trebui ajutați să se simtă confortabil și încurajați să solicite ajutor ori de câte ori au nevoie. Însă, mai înainte de orice, profesorii care suferă de anxietate față de matematică ar trebui consiliați pentru a se preveni transmiterea temerii către elevi (Ramirez, et. al., 2018), odată cu anumite convingeri disfuncționale legate de matematică (Suarez-Pellicioni, Nunez-Pena & Colome, 2016). Printre cauzele instalării anxietății generate de matematică se mai numără și abilitățile matematice scăzute, o memorie de lucru slabă, fobia socială sau personalitatea dificilă a profesorului (Ashcraft și al., 2007).

Terapia anxietății și a anxietății generate de matematică. Abordările terapeutice ale anxietății pleacă de la postulatul că teama în sensul ei larg este o reacție afectivă adaptativă doar dacă se manifestă ca răspuns la o amenințare obiectivă. În cazul în care anxietatea este generată de situații sau evenimente percepute în mod eronat ca fiind amenințătoare, sau al căror potențial amenințător a fost exagerat, ea nu mai conduce la o adaptare eficientă, iar persoana anxioasă nu acționează în direcția îndepărtării sau modificării obiectelor, evenimentelor sau interpretărilor anxioase. De asemenea, anxietatea poate fi și o mobilizare fiziologică (engl., *arousal*) apărută în urma perceperii unei amenințări reale, dar care este canalizată într-o direcție inadecvată. Tulburările anxioase provoacă și întrețin o stare de tensiune, tocmai de aceea tehnicile de relaxare sunt elementul nelipsit al programelor terapeutice concepute pentru tratamentul anxietății și fobiilor. Însă principalul indicator pentru instalarea anxietății sau fobiilor specifice, contribuind și la menținerea lor, îl reprezintă comportamentul de evitare a obiectelor sau situațiilor anxioase. În consecință, terapia anxietății sau fobiei de orice fel se construiește pe o desensibilizare sistematică, graduală, prin confruntarea cu stimulul fobogen, în condiții controlate terapeutic așa încât să nu agraveze problema existentă deja. Efectele pozitive așteptate prin această confruntare treptată cu stimulul fobogen sunt extincția temerii, habituarea, însușirea unor abilități de coping, modificări cognitive la nivelul convingerilor iraționale legate de factorul fobogen și inhibiția reciprocă a reacției anxioase, respectiv a unui comportament neutru.

IV. Argumentarea necesității și traseul construirii unui instrument menit să îmbunătățească simțul numeric

Practica desfășurată de-a lungul anilor în școală a arătat că majoritatea elevilor din școala de masă, beneficiari ai unui curriculum adaptat, întâmpină dificultăți în ceea ce privește însușirea competențelor matematice, acestea fiind asociate de multe ori și cu întârzieri în dobândirea competențelor lingvistice. Intervenția specializată la clasă sau cu ajutorul unui

profesor de sprijin este îngreunată de factori diverși, precum lipsa personalului necesar, lipsa unor spații adecvate derulării activității de recuperare, suportul redus din partea familiei, absentismul și abandonul școlar, dar și lipsa unor mijloace didactice flexibile, adaptate specificului actual al învățării școlare. Pe lângă construirea unor instrumente de diagnoză validate, etalonate și adaptate specificului populației de elevi români și a unor mijloace de intervenție eficiente, motivante și care să poată fi utilizate facil atât de profesor, cât și de elev, ar mai fi necesare și instrumente sensibile care să surprindă în timp real progresul, stagnarea sau, după caz, regresul înregistrat de elevi.

Construirea unui instrument de intervenție adaptat nevoilor elevilor cu tulburări de învățare sau cu întârzieri în dobândirea competențelor trebuie să urmeze unei cunoașteri în profunzime a specificului elevilor cu cerințe educaționale speciale. În primul studiu, au fost evaluate aspecte precum capacitatea de subitizare, prezența efectului distanței și a efectului magnitudinii, nivelul de dezvoltare al simțului numeric și manifestarea acestuia în funcție de diferitele coduri de reprezentare a cantităților numerice (analogic, vizual, simbolic). Motivul acestui demers a fost acela de a identifica cele mai potrivite canale sau combinația optimă de canale pentru o intervenție relevantă și eficientă. Cel de-al doilea studiu a urmărit adecvarea conceptului de simț al numărului ca și reprezentare pe o axă internă de mărimi ordonate crescător sau descrescător, din perspectiva modului în care se realizează dominanța oculară, respectiv manuală la elevii cu cerințe educaționale speciale. Al treilea studiu s-a canalizat pe necesitatea de a adapta specificului populației școlare românești un instrument de măsurare a anxietății generate de matematică. O intervenție eficientă pentru îmbunătățirea simțului numeric nu poate face abstracție de factori precum anxietatea provocată de matematică. Identificarea fricii resimțite de un elev în contexte de învățare sau de evaluare este primul pas înaintea oricărei acțiuni menite să îmbunătățească învățarea matematicii. În acest sens, a fost tradusă și adaptată pe populație școlară românească Scala Abreviată pentru măsurarea Anxietății generate de Matematică (AMAS). Datele adunate din primele două studii, împreună cu o analiză calitativă a modului de manifestare a anxietății generate de matematică, au stat la baza conceperii aplicației Mate20 sub forma unui joc care poate fi instalat pe telefonul mobil sau pe tabletă. Descrierea amănunțită a jocului Mate20 precede cel de-al patrulea studiu, care a urmărit măsurarea eficiența intervenției cu ajutorul aplicației amintite. Totodată, a fost urmărită și evoluția anxietății față de matematică în urma intervenției cu ajutorul aplicației Mate20. De asemenea, au fost realizate și o operaționalizare a conceptului de simț numeric, respectiv o clasificare a tipurilor de erori pe care le manifestă elevii când efectuează adunări și scăderi în centrul 0 – 1000.

O intervenție eficientă, menită să îmbunătățească simțul numărului la elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii, trebuie să țină cont cel puțin de următoarele aspecte: (1) formatul / formatele de prezentare a cantităților numerice cu care aceștia operează cel mai facil; (2) abilitățile de care acești elevi dispun și de la care se poate pleca în direcția dezvoltării simțului numeric; (3) modul de prezentare a sarcinilor de lucru astfel încât eficiența să fie maximă. Studiile actuale susțin eficiența învățării prin joc (Dondio, et. al., 2023); (4) eliminarea sau diminuarea impactului factorilor care îngreunează intervenția, de exemplu anxietatea generată de matematică; (5) administrarea să fie facilă, la îndemâna elevilor, repetabilă; (6) evoluția să fie certificată printr-o testare obiectivă, rafinată, iar rezultatele să fie exprimate nu doar ca un scor total, ci sub forma unui profil propriu, în funcție de tipurile de erori înregistrate.

PARTEA DE CERCETARE

Capitolul V. Studiul 1

Obiective

Obiectivul major al primului studiu a fost acela de a evalua acuratețea simțului numeric în cazul elevilor cu curriculum normal, cât și al elevilor având tulburări specifice de învățare ale domeniului matematic. Totodată, a fost verificată, în cadrul unei sarcini de comparare de numere, prezența efectului distanței, respectiv a efectului magnitudinii pentru patru formate distincte de prezentare a cantităților numerice, și anume obiecte 3D, figuri 2D, numere arabe și numerale cardinale, luându-se în considerare pe de o parte numărul de erori, iar pe de alta, timpii de reacție înregistrați.

Ipoteze

Ipoteza I: (a). Există deosebiri semnificative între elevii cu curriculum normal și elevii având tulburări specifice de învățare a matematicii în ceea ce privește capacitatea de subitizare. (b). Elevii cu curriculum normal vor înregistra timpi de reacție semnificativ mai mici comparativ cu colegii lor cu tulburări specifice de învățare a matematicii la sarcina de subitizare.

Ipoteza a II-a. (a) Elevii cu curriculum normal vor înregistra mai puține erori la sarcinile 3D (compararea unor mulțimi de nasturi), 2D (compararea unor mulțimi de cercuri dispuse non-canonice), simbolică în care numerele sunt prezentate în format arab și simbolică în care sunt comparate numerale comparativ cu colegii lor cu tulburări specifice de învățare a matematicii. (b) Elevii cu curriculum normal vor înregistra timpi de reacție mai mici la sarcinile 3D (compararea unor mulțimi de nasturi), 2D (compararea unor mulțimi de cercuri dispuse non-canonice), simbolică în care numerele sunt prezentate în format arab și simbolică în care sunt comparate numerale comparativ cu colegii lor cu tulburări specifice de învățare a matematicii.

Ipoteza a treia. (a) Atât elevii cu curriculum normal, cât și cei cu tulburări specifice de învățare a matematicii vor înregistra mai multe erori la itemii care conțin perechi de numere mari comparativ cu itemii care conțin perechi de numere mici (efectul magnitudinii). (b) Atât elevii cu curriculum normal, cât și cei cu tulburări specifice de învățare a matematicii vor înregistra timpi de reacție mai mari la itemii care conțin perechi de numere mari comparativ cu itemii care conțin perechi de numere mici.

Ipoteza a patra: (a) Atât elevii cu curriculum normal, cât și cei cu tulburări specifice de învățare a matematicii vor înregistra mai multe erori la itemii care conțin perechi de numere proximale comparativ cu itemii care conțin perechi de numere distale (efectul distanței). (b) Atât elevii cu curriculum normal, cât și cei cu tulburări specifice de învățare a matematicii vor înregistra timpi de reacție mai mari la itemii care conțin perechi de numere proximale comparativ cu itemii care conțin perechi de numere distale.

METODA. Participanții. Eșantionul inițial a fost format din 120 de copii și adolescenți cu vârstele cuprinse între 8 și 15 ani ($M=12,26$, $std=1,85$), 60 dintre ei având curriculum adaptat, iar ceilalți 60 curriculum normal. Pentru a evita un bias generat de desemnarea subiectivă de către profesori a celor mai buni sau mai cuminți elevi din clasă, au fost selectați la studiu acei

elevi care au urmat la catalog imediat după elevii cu curriculum adaptat. În caz de absență sau refuz, a fost chemat următorul, și așa mai departe până la completarea numărului necesar. În urma colectării datelor, doar datele obținute de la 111 elevi au putut fi utilizate, celelalte fiind incomplete din cauza lipsei sunetului sau imaginii înregistrate, ceea ce a făcut imposibilă calcularea timpilor de reacție. Următorul triaj s-a realizat utilizând bateria Wechsler Intelligence Scale for Children IV, criteriile de selecție fiind următoarele: (1) primul criteriu de incluziune a fost reprezentat de obținerea de către elevii participanți a unor scoruri mai mari sau cu cel mult o abatere standard sub media populației de aceeași vârstă, la scalele Nonverbal și Vocabular; (2) al doilea criteriu de incluziune, în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii, a fost ca aceștia să fi obținut un scor la Scala Aritmetică de cel mult o abatere standard sub media populației de aceeași vârstă sau mai mic; (3) primul criteriu de excluziune, în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii, a fost aplicat dacă aceștia au obținut scoruri la scalele Nonverbal și Vocabular scoruri cu mai mult de două abateri standard sub media populației de aceeași vârstă; (4) al doilea criteriu de excluziune a fost aplicat, în cazul elevilor cu curriculum normal, dacă aceștia au obținut scoruri la scala de Aritmetică cu mai mult de o abatere standard sub media populației de aceeași vârstă. În urma aplicării criteriilor mai sus menționate, au mai fost eliminați din cercetare 3 elevi cu curriculum adaptat în cazul cărora s-a constatat prezența unei deficiențe mentale sau a unor tulburări specifice de învățare cu afectarea lexiei. Noua distribuție a participanților a fost de 52 de elevi cu tulburări specifice de învățare a matematicii și 56 de elevi cu curriculum normal. 61,1% dintre participanți au fost de gen masculin, iar 74,3% au provenit de la școli din mediul urban.

Procedura. Corectitudinea și viteza de reacție au fost măsurate în timpul unor sarcini ce au constat în a compara mulțimi de nasturi albi sau negri distribuiți non-canonice, mulțimi de buline albe sau negre distribuite non-canonice, perechi de numere arabe sau numerale incluse în fraze. Participanților li s-au prezentat 12 perechi de numere, mereu aceleași și în aceeași ordine (dar în 4 formate diferite, așa cum s-a precizat mai sus): (I) 5 vs. 15; (II) 40 vs. 30; (III) 6 vs. 4; (IV) 20 vs. 18; (V) 7 vs. 14; (VI) 22 vs. 17; (VII) 10 vs. 5; (VIII) 4 vs. 7; (IX) 4 vs. 5; (X) 9 vs. 12; (XI) 8 vs. 9; (XII) 21 vs. 28. Experimentatorul nu a oferit nici un fel de feedback cu privire la corectitudinea răspunsurilor oferite de către participanți, dar a menținut o atitudine pozitivă și a oferit încurajări cu caracter general: „Foarte bine!”, „Te descurci foarte bine!”

Mai întâi, participanților li s-a cerut să decidă care mulțime de obiecte este mai numeroasă, nasturii albi sau cei negri, aceștia fiind lipiți pe coale de carton alb, de dimensiuni A4, în format Landscape. Distribuția nasturilor pe coale a fost una non-canonice. Ordinea răspunsurilor corecte a fost mereu aceeași: A (albii), A, N (negrii), N, A, A, A, N, N, N, N, A. De șase ori mulțimea mai numeroasă a fost poziționată în jumătatea stângă a paginii, iar de șase ori în jumătatea dreaptă. A urmat o sarcină de subitizare, constând în a decide care mulțime de buline este mai numeroasă (albele sau negrele); au fost prezentate 6 pagini, iar mulțimile au constat în una, două sau trei buline. A treia sarcină a fost similară primeia, cu singura deosebire că în loc de nasturi albi sau negri s-au folosit buline albe sau negre, de aceeași dimensiune. A patra sarcină a fost una verbală și a constat în 12 întrebări. (Exemplu: Item 1. *Ana are cinci trandafiri. Maria are cincisprezece trandafiri. Cine are mai mulți?*”). Pentru a preîntâmpina situațiile în care unii participanți să fie dezavantajați de o viteză mai scăzută a lecturii, experimentatorul însuși a citit întrebările. A cincia sarcină a constat în compararea a douăsprezece perechi de numere în format arab.

Pentru calcularea timpilor de reacție, s-a considerat că participantul a fost expus la stimul în momentul în care pe înregistrare pagina anterioară s-a aflat perpendicular pe pagina ulterioară, luându-se în considerare timpul în sutimi de secundă atașat celui mai apropiat cadru. Distanța minimală dintre cadre a fost de 3 sutimi de secundă, limită impusă de capacitatea de

discriminare a software-ului VideoPad. S-a considerat ca moment de reacție la stimul începutul sinusoidelor aferente vocii participantului oferind ultimul răspuns (în cazul în care și-a dorit să revină asupra răspunsului inițial) sau timpul asociat celui de al doilea cadru după ce mișcarea înspre răspunsul ales a devenit evidentă. Dacă un respondent a dat răspunsul și verbal, și prin mișcarea mâinii (nonverbal), a fost luat în considerare primul răspuns detectabil. În cazul sarcinilor verbale, s-a considerat că respondentul a fost expus la sfârșitul sinusoidelor corespunzătoare vocii experimentatorului citind ultimul numeral propus pentru comparare, și nu la sfârșitul lecturii întregului text. În practică, de numeroase ori respondenții au oferit răspunsurile înainte ca experimentatorul să fi terminat de citit tot textul. Dacă un respondent a răspuns înainte ca experimentatorul să fi terminat de citit ultimul numeral propus spre comparare, timpul de reacție a fost considerat egal cu 0. Timpii de reacție au fost obținuți fiind ca valoarea absolută a diferenței dintre momentul reacției și momentul expunerii.

REZULTATE

Testarea primei ipoteze - sarcina de subitizare. Mai întâi, a fost realizată o comparație între elevii cu curriculum normal și elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii în ceea ce privește numărul de erori înregistrate. Testul Kolmogorov - Smirnov a arătat faptul că datele nu sunt distribuite normal în cazul elevilor cu curriculum normal, ($z = 0,536$, $p < 0,001$), ceea ce obligă la folosirea de teste non-parametrice în realizarea comparațiilor dintre grupurile de participanți. Testul Mann - Whitney a indicat faptul că nu s-au înregistrat diferențe semnificative între cele două categorii de elevi sub aspectul capacității de a subitiza ($z = -1,010$, $p = 0,313$).

În ceea ce privește timpii de reacție înregistrați, distribuția acestora în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii nu a fost una normală (Kolmogorov - Smirnov $z = 0,162$, $p < 0,01$). Testul non-parametric Mann Whitney a pus în evidență faptul că timpii de reacție măsurați în cazul elevilor cu curriculum normal, deși au mai frecvent valori mai mici, nu diferă semnificativ de timpii de reacție măsurați în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii ($z = -1,275$, $p = 0,202$).

Testarea celei de a doua ipoteze - comparații între scorurile elevilor cu curriculum normal și cele ale elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii.

Sarcina 3D (compararea mulțimilor de nasturi). Distribuția numărului de erori nu a fost una normală în cazul elevilor cu curriculum normal (Kolmogorov - Smirnov $z = 0,258$, $p < 0,001$). Testul non-parametric Mann-Whitney a indicat diferențe nesemnificative între elevii cu curriculum normal și elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii la „sarcina 3D” (de comparare a unor mulțimi de nasturi) ($z = -1,347$, $p = 0,178$).

În ceea ce privește timpii de reacție, distribuția acestora în cazul elevilor cu curriculum normal nu a fost una normală ($z = 0,233$, $p < 0,001$), prin urmare s-a folosit testul non-parametric Mann-Whitney care a arătat că, deși pentru elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii s-au înregistrat timp de reacție mai mari, totuși diferențele nu sunt semnificative statistic ($z = -1,647$, $p = 0,099$).

Sarcina 2D (comparații între mulțimi de buline). Distribuția numărului de erori înregistrate în cazul elevilor cu curriculum normal nu a fost una normală (K-S $z = 0,279$, $p < 0,001$). Testul non-parametric Mann - Whitney a indicat faptul că, deși elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii au înregistrat mai multe erori decât elevii cu curriculum normal, diferențele nu sunt semnificative statistic ($z = -1,818$, $p = 0,069$).

În ceea ce privește viteza de reacție a participanților, distribuția timpilor medii de reacție pentru elevii cu curriculum normal diferă semnificativ de distribuția normală (K-S $z = 0,13$, $p < 0,05$). În consecință, testul non-parametric Mann - Whitney aplicabil a indicat faptul

că, deși pentru elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii s-au înregistrat timpi de reacție mai mari, diferențele nu sunt semnificative statistic ($z=-1,910$, $p=0,056$).

Sarcina de comparare a numeralelor. Distribuția numărului de erori înregistrate în cazul elevilor cu curriculum normal se abate semnificativ de la normalitate (K-S $z=0,323$, $p<0,001$). Testul non-parametric Mann – Whitney a pus în evidență faptul că elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii au înregistrat semnificativ mai multe erori decât colegii lor având curriculum normal ($z=-2,056$, $p<0,05$).

Distribuția timpilor de reacție în cazul elevilor cu curriculum normal se abate semnificativ de la normalitate (K-S $z=0,192$, $p<0,001$). Testul non-parametric Mann-Whitney a indicat faptul că elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii au înregistrat timpi de reacție semnificativ mai mari comparativ cu elevii care dispun de curriculum normal ($z=-2,550$, $p<0,05$).

Sarcina de comparare a numerelor prezentate în format arab. Din perspectiva numărului de erori contabilizate, în cazul elevilor cu curriculum normal condiția de normalitate a distribuției nu se respectă (K-S $z=0,536$, $p<0,001$). Testul non-parametric Mann-Whitney a indicat faptul că, deși elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii au înregistrat mai multe erori decât colegii lor cu curriculum normal, diferențele nu sunt semnificative statistic ($z=-1,490$, $p=0,136$).

Privitor la timpii de reacție înregistrați, distribuția în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii nu a fost gaussiană (K-S $z=0,188$, $p<0,001$). Testul non-parametric Mann-Whitney a evidențiat faptul că, deși elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii au înregistrat timpi de reacție mai mari, diferențele nu sunt semnificative statistic ($z=-1,918$, $p=0,055$).

Comparații între diferitele formate de prezentare a cantităților numerice. În cazul elevilor cu curriculum normal, sub aspectul numărului de erori înregistrate, nu s-au constatat diferențe semnificative între formatul 3D și formatul 2D de prezentare a cantităților numerice (Wilcoxon $z = -0,960$, $p = 0,337$). În schimb, s-a constatat apariția unui număr semnificativ mai mare de erori în formatul 3D comparativ cu formatul arab de prezentare a cantităților numerice (Wilcoxon $z=-4,609$, $p<0,001$), și, de asemenea, un număr semnificativ mai mare de erori în formatul 2D comparativ cu formatul arab de prezentare a cantităților numerice (Wilcoxon $z = -4,944$, $p<0,001$).

Referitor la timpii de reacție, elevii cu curriculum normal au înregistrat timpi de reacție semnificativ mai mari când au comparat cantități numerice în format 3D comparativ cu situația în care cantitățile numerice au fost prezentate în format 2D (Wilcoxon $z=-5,852$, $p < 0,001$). De asemenea, timpii de reacție au fost semnificativ mai mari în formatul 3D comparativ cu formatul arab de prezentare a cantităților numerice (Wilcoxon $z=-6,266$, $p < 0,001$). La fel, s-a constatat că timpii de reacție necesari în timpul comparării cantităților numerice prezentate în format 2D au fost semnificativ mai mari decât cei necesari pentru a compara numere prezentate în format arab (Wilcoxon $z=-5,069$, $p < 0,001$).

În cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii, în ceea ce privește numărului de erori înregistrate, nu s-au constatat diferențe semnificative între formatul 3D și formatul 2D de prezentare a cantităților numerice (Wilcoxon $z = -1,413$, $p = 0,158$). În schimb, s-a constatat apariția unui număr semnificativ mai mare de erori în formatul 3D comparativ cu formatul arab de prezentare a cantităților numerice (Wilcoxon $z=-4,852$, $p<0,001$), și, de asemenea, un număr semnificativ mai mare de erori în formatul 2D comparativ cu formatul arab de prezentare a cantităților numerice (Wilcoxon $z = -5,260$, $p<0,001$).

Referitor la timpii de reacție, elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii au înregistrat timpi de reacție semnificativ mai mari când au comparat cantități numerice în format

3D comparativ cu situația în care cantitățile numerice au fost prezentate în format 2D (Wilcoxon $z=-4,923$, $p < 0,001$). De asemenea, timpii de reacție au fost semnificativ mai mari în formatul 3D comparativ cu formatul arab de prezentare a cantităților numerice (Wilcoxon $z=-5,262$, $p < 0,001$). La fel, s-a constatat că timpii de reacție necesari în timpul comparării cantităților numerice prezentate în format 2D au fost semnificativ mai mari decât cei necesari pentru a compara numere prezentate în format arab (Wilcoxon $z=-3,556$ $p < 0,001$).

Întrucât tipul de sarcină a fost diferită, nu s-au operat comparații între diferitele formate de prezentare a cantităților numerice și formatul de tip verbal.

Testarea celei de a treia ipoteze - efectul magnitudinii

Pentru a verifica prezența unui efect al magnitudinii în timpul comparării cantităților numerice, s-au considerat ca fiind numere mici cele formate din câte o singură cifră (perechile III, VIII, IX și XI, a se vedea secțiunea dedicată procedurii), în timp ce numerele formate din două cifre s-au considerat ca fiind numere mari (perechile II, IV, VI și XII).

Sarcina 3D (nasturi albi și nasturi negri). În cazul ceea ce privește elevii cu curriculum normal, distribuția datelor pentru perechile de numere mici nu a fost una normală (Kolmogorov - Smirnov $z = 0,516$, $p < 0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a indicat prezența unui număr semnificativ mai mare de erori când mulțimile de obiecte oferite spre a fi comparate au fost mai mari decât atunci când mulțimile au fost formate din mai puține elemente ($z = -4,103$, $p < 0,001$).

În cazul ceea ce privește elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii, distribuția datelor pentru perechile de numere mici nu a fost una normală (Kolmogorov - Smirnov $z = 0,516$, $p < 0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a indicat prezența unui număr semnificativ mai mare de erori când mulțimile de obiecte oferite spre a fi comparate au fost mai mari decât atunci când mulțimile au fost formate din mai puține elemente ($z = -4,271$, $p < 0,001$).

În privința timpilor de reacție, distribuția acestora în cazul elevilor cu curriculum normal nu a fost una normală (K-S $z=0,148$, $p < 0,01$). Testul Wilcoxon a pus în evidență faptul că timpii de reacție au fost semnificativ mai mari în cazul numerelor mari decât în cazul numerelor mici ($z=-4,07$, $p < 0,001$).

Distribuția timpilor de reacție în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii nu a fost una normală (K-S $z=0,219$, $p < 0,001$). Testul Wilcoxon a pus în evidență faptul că timpii de reacție au fost semnificativ mai mari în cazul numerelor mari decât în cazul numerelor mici ($z=-3,422$, $p < 0,01$).

Sarcina 2D (buline albe și negre). În ceea ce privește elevii cu curriculum normal, distribuția datelor pentru perechile de numere mici nu a fost una normală (Kolmogorov - Smirnov $z = 0,426$, $p < 0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a indicat prezența unui număr semnificativ mai mare de erori când mulțimile de obiecte oferite spre a fi comparate au fost mai mari decât atunci când mulțimile de comparat au fost formate din mai puține elemente ($z = -2,989$, $p < 0,001$).

În ceea ce privește timpii de reacție, distribuția acestora în cazul elevilor cu curriculum normal nu a fost una normală (K-S $z=0,164$, $p < 0,01$). Testul Wilcoxon a pus în evidență faptul că, deși timpii de reacție au fost mai mari în cazul numerelor mari decât în cazul numerelor mici, diferențele nu sunt semnificative statistic ($z=-1,357$, $p=0,175$).

În cazul ceea ce privește elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii, distribuția datelor pentru perechile de numere mici nu a fost una normală (Kolmogorov - Smirnov $z = 0,471$, $p < 0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a indicat prezența unui număr semnificativ mai mare de erori când mulțimile de obiecte oferite spre a fi comparate au fost mai mari decât atunci când mulțimile au fost formate din mai puține elemente ($z = -4,597$, $p < 0,001$).

Distribuția timpilor de reacție în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii nu a fost una normală (K-S $z=0,213$, $p<0,001$). Testul Wilcoxon a pus în evidență faptul că, deși timpii de reacție au fost în mai multe rânduri mai mari pentru perechile de numere mari decât pentru perechile de numere mici, diferențele nu semnificative statistic ($z=-0,280$, $p=0,78$).

Comparații între numerale. În ceea ce privește elevii cu curriculum normal, distribuția datelor pentru perechile de numere mici nu a fost una normală (Kolmogorov - Smirnov $z = 0,455$, $p <0.001$). Testul non-parametric Wilcoxon nu a indicat prezența unor diferențe semnificative între numărul de erori apărute în timpul comparării numerelor mici comparativ cu erorile apărute când au fost comparate numere mari ($z = -0,164$, $p =0,870$).

În ceea ce privește timpii de reacție, distribuția acestora în cazul elevilor cu curriculum normal pentru perechile de numerale mari nu a fost una normală (K-S $z=0,307$, $p<0,001$). Testul Wilcoxon a pus în evidență faptul că, deși timpii de reacție au fost mai mari în cazul perechilor de numerale mari decât în cazul perechilor de numerale mici, diferențele nu sunt semnificative statistic ($z=-1,356$, $p=0,175$).

În cazul ceea ce privește elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii, distribuția datelor pentru perechile de numerale mici nu a fost una normală (Kolmogorov - Smirnov $z = 0,362$, $p <0.001$). Testul non-parametric Wilcoxon a indicat faptul că diferențele înregistrate în ceea ce privește numărul de erori sunt nesemnificative între perechile de numerale mari și perechile de numerale mici ($z = -1,396$, $p=0,163$).

Distribuția timpilor de reacție în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii nu a fost una normală când au fost oferite spre comparare perechi de numerale mici (K-S $z=0,197$, $p<0,001$). Testul Wilcoxon a pus în evidență faptul că timpii de reacție măsurați pentru perechile de numerale mari sunt semnificativ mai mari decât timpii măsurați pentru perechile de numerale mici ($z=-2,868$, $p<0,01$).

Formatul arab. În cazul elevilor cu curriculum normal, toți elevii au oferit răspunsuri corecte la comparațiile de numere în format arab, însemnând că nu s-au înregistrat diferențe între perechile de numere mici și perechile de numere mari. (Testul non-parametric Wilcoxon: $z =0$, $p =1$).

În ceea ce privește timpii de reacție, distribuția acestora în cazul elevilor cu curriculum normal pentru perechile de numerale mari nu a fost una normală (K-S $z=0,307$, $p<0,001$). Testul Wilcoxon a pus în evidență faptul că timpii de reacție au fost semnificativ mai mari în cazul perechilor de numere mari decât în cazul perechilor de numere mici ($z=-2,453$, $p<0,05$).

În cazul ceea ce privește elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii, nu s-au înregistrat diferențe semnificative între numărul de erori aferent comparării perechilor de numere mari și numărul de erori rezultat prin compararea numerelor mici (Wilcoxon: $z =0$, $p=1$).

Distribuția timpilor de reacție în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii nu a fost una normală când au fost oferite spre comparare perechi de numere mici (K-S $z=0,204$, $p<0,001$). Testul Wilcoxon a pus în evidență faptul că timpii de reacție măsurați pentru perechile de numere mari sunt semnificativ mai mari decât timpii măsurați pentru perechile de numere mici ($z=-3,555$, $p<0,001$).

Testarea celei de a patra ipoteze - efectul distanței

Pentru a verifica existența unui efect al distanței, în categoria numerelor proximale (apropiate ca valoare) au fost incluse perechile III, IV, VIII, IX, X, XI (a se vedea secțiunea dedicată procedurii), în timp ce perechile I, II, V, VI, VII și XII s-au considerat a fi distale. În condiția de proximitate, diferențele absolute dintre numerele prezentate simultan a fost 1, 2 sau 3, în timp ce, în condiția de distalitate, diferențele absolute ale numerelor prezentate au fost 5, 7, respectiv 10. Dar, pentru a evita orice interferență cu efectul magnitudinii, perechile de

numere deja incluse în partea anterioară a studiului au fost eliminate. Astfel, pentru a satisface condiția proximității au rămas perechile IV, VIII și X, în timp ce pentru condiția distalității perechile I, V și VII.

Formatul 3D. În ceea ce privește elevii cu curriculum normal, numărul de erori înregistrate în condiția de numere proximale nu satisface condiția de normalitate (K-S $z=0,483$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a scos în evidență faptul că, în cazul perechilor de numere proximale, numărul de erori este semnificativ mai mare decât în cazul perechilor de numere distale ($z = -3.162$, $p < 0, 01$).

În ceea ce privește timpii de reacție înregistrați în cazul elevilor cu curriculum normal, distribuția datelor în condiția de proximitate a perechilor de numere prezentate nu este una normală (K-S $z=0,256$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon nu a evidențiat diferențe semnificative între condițiile proximală, respectiv distală în termeni de timpi de reacție ($z=-1.234$, $p=0,217$).

În privința elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii, numărul de erori înregistrate în condiția de numere proximale nu satisface condiția de normalitate (K-S $z=0,430$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a scos în evidență faptul că, în cazul perechilor de numere proximale, numărul de erori este semnificativ mai mare decât în cazul perechilor de numere distale ($z = -3,494$, $p < 0,001$).

Din perspectiva timpilor de reacție înregistrați în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii, distribuția datelor în condiția de proximitate a perechilor de numere prezentate nu este una normală (K-S $z=0,36$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a evidențiat diferențe semnificative între condițiile proximală, respectiv distală în sensul că timpii de reacție au fost semnificativ mai mari în condiția de distalitate ($z=-2,54$, $p<0,05$).

Formatul 2D. În ceea ce privește elevii cu curriculum normal, numărul de erori înregistrate în condiția de numere proximale nu satisface condiția de normalitate (K-S $z=0,452$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a scos în evidență faptul că, în cazul perechilor de numere proximale, numărul de erori este semnificativ mai mare decât în cazul perechilor de numere distale ($z = -3.419$, $p < 0,01$).

În ceea ce privește timpii de reacție înregistrați în cazul elevilor cu curriculum normal, distribuția datelor în condiția de proximitate a perechilor de numere prezentate nu este una normală (K-S $z=0,148$, $p<0,01$). Testul non-parametric Wilcoxon a evidențiat diferențe semnificative între condițiile proximală, respectiv distală în termeni de timpi de reacție, în sensul că în condiția proximală se constată o latență mai crescută a răspunsurilor ($z=-4,603$, $p<0,00$).

În ceea ce privește elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii, numărul de erori înregistrate în condiția de numere proximale nu satisface condiția de normalitate (K-S $z=0,408$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a scos în evidență faptul că, în cazul perechilor de numere proximale, numărul de erori este semnificativ mai mare decât în cazul perechilor de numere distale ($z = -3,662$, $p < 0,001$).

Din perspectiva timpilor de reacție înregistrați pentru elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii, distribuția datelor în condiția de proximitate a perechilor de numere prezentate nu este una normală (K-S $z=0,219$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a evidențiat diferențe semnificative între condițiile proximală, respectiv distală în sensul că timpii de reacție au fost semnificativ mai mari în condiția de proximitate ($z=-3,437$, $p<0,01$).

Sarcina de comparare a numeralelor. În ceea ce privește elevii cu curriculum normal, numărul de erori înregistrate în condiția de numere proximale nu satisface condiția de normalitate (K-S $z=0,459$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a scos în evidență faptul că nu s-au înregistrat diferențe semnificative între numărul de erori aferent condiției proximale și numărul de erori din condiția distală ($z = -0,5$, $p=0,617$).

În ceea ce privește timpii de reacție înregistrați în cazul elevilor cu curriculum normal, distribuția datelor în condiția de proximitate a perechilor de numere prezentate nu este una normală (K-S $z=0,220$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a evidențiat diferențe semnificative între condițiile proximală, respectiv distală în sensul că în condiția proximală s-au înregistrat mai frecvent timpi mai mari ($z=-3,014$, $p<0,01$).

În privința elevilor având tulburări specifice de învățare a matematicii, numărul de erori înregistrate în condiția de numere proximale nu satisface condiția de normalitate (K-S $z=0,42$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon nu a scos în evidență diferențe semnificative între numărul de erori din condiția proximală și numărul de erori din condiția distală atunci când se compară numerale ($z = -0,767$, $p = 0,443$).

În ceea ce privește timpii de reacție înregistrați în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii, distribuția datelor în condiția de proximitate a perechilor de numere prezentate nu este una normală (K-S $z=0,294$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon nu a evidențiat diferențe semnificative între condiția proximală, respectiv cea distală ($z=-1,497$, $p=0,134$).

Sarcina de comparare a numerelor în format arab. În ceea ce privește elevii cu curriculum normal, numărul de erori înregistrate în condiția de numerale proximale este egală cu zero. Testul non-parametric Wilcoxon confirmă faptul că nu există diferențe semnificative între condiția proximală, respectiv distală în ceea ce privește numărul de erori ($z = -1$, $p=0,317$).

În ceea ce privește timpii de reacție înregistrați în cazul elevilor cu curriculum normal, distribuția datelor în condiția de distalitate a perechilor de numere prezentate nu este una normală (K-S $z=0,202$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a evidențiat diferențe semnificative între condițiile proximală, respectiv distală în sensul că în condiția proximală s-au înregistrat mai frecvent timpi mai mari ($z=-6,102$, $p<0,001$).

În privința elevilor având tulburări specifice de învățare a matematicii, numărul de erori înregistrate în condiția de numere proximale nu satisface condiția de normalitate (K-S $z=0,537$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon nu a scos în evidență diferențe semnificative între numărul de erori din condiția proximală și numărul de erori din condiția distală atunci când se compară numerale ($z = -1$, $p = 0,317$).

În ceea ce privește timpii de reacție înregistrați în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii, distribuția datelor în condiția de distanță mai mare între perechile de numere prezentate nu este una normală (K-S $z=0,239$, $p<0,001$). Testul non-parametric Wilcoxon a evidențiat diferențe semnificative între condițiile proximală, respectiv distală în sensul că participanții au înregistrat mai frecvent timpi mai mari în condiția distală ($z=-5,068$, $p<0,001$).

CONCLUZII

Contrar așteptărilor, datele au arătat că nu sunt deosebiri semnificative sub aspectul acurateței răspunsurilor oferite între elevii cu curriculum normal și elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii în ceea ce privește capacitatea de a compara fără a număra mulțimi cu mai puțin de patru elemente. În ciuda tendinței elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii de a înregistra mai frecvent timpi de reacție mai îndelungați, aceste diferențe în latența răspunsurilor nu trec de un prag care să le ofere semnificație statistică. La fel stau lucrurile și pentru sarcinile de comparare a unor mulțimi de obiecte concrete (nasturi albi sau negri), precum și a unor imagini 2D (buline albe sau negre). Deși la ambele tipuri de sarcini elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii au înregistrat mai multe erori și timpi de reacție mai mari decât colegii lor cu curriculum normal, aceste diferențe nu au semnificație statistică. Lucrurile se nuanțează pe măsură ce sarcina devine tot mai abstractă, în sensul că

elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii oferă mai frecvent răspunsuri eronate și au nevoie de un timp semnificativ mai îndelungat pentru a decide care numeral din perechile oferite spre a fi comparate corespunde unui număr mai mare. În cazul perechilor de numere arabe, timpul de reacție nu diferă semnificativ între elevii cu curriculum normal și elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii, dar viteza de care ultimii menționați dau dovadă are ca preț scăderea corectitudinii răspunsurilor oferite, fapt probat printr-un număr mai mare de răspunsuri eronate.

Comparând între ele diferitele formate de prezentare a cantităților numerice (cu excepția numeralelor, întrucât caracterul diferit al sarcinii nu permite efectuarea de comparații pertinente), se constată faptul că în cazul elevilor cu curriculum normal nu au existat diferențe semnificative între formatele 3D și 2D în ceea ce privește numărul total de erori. În schimb, ambele formate menționate conduc la apariția unui număr semnificativ mai mare de erori comparativ cu o sarcină constând în compararea de cifre arabe. Privitor la timpii de reacție, se evidențiază diferențe semnificative între formatele 3D și 2D, pe de o parte, respectiv formatul arab, pe de altă parte, fiind necesar mai mult timp pentru a decide care mulțime de obiecte sau figuri geometrice este mai mare. Chiar și între formatele 3D și 2D se constată diferențe semnificative, timpii de decizie fiind mai mari în formatul 3D. Totuși, o posibilă explicație a acestui fapt derivă din ordinea administrării itemilor: sarcina 3D, fiind prima aplicată, aduce un element de noutate și chiar de surpriză, ceea ce îi determină pe participanți să zăbovească mai mult asupra ei încercând diverse strategii printre care și numărarea elementelor mulțimilor de comparat. În schimb, la sarcina 2D, aplicată după testul de subitizare, participanții sunt deja setați să folosească sistemul numeric aproximativ, bazat pe o analiză perceptivă a numerozităților. Fără vreo deosebire, aceleași tendințe se constată și în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii.

În cadrul sarcinii 3D efectul magnitudinii a fost evidențiat clar, atât pentru elevii cu curriculum normal, cât și pentru cei cu tulburări specifice de învățare a matematicii, nu doar în ceea ce privește numărul de erori, ci și în privința timpilor de reacție. Sarcina 2D a pus din nou în evidență un efect al magnitudinii manifestat prin creșterea numărului de erori atunci când mulțimile de comparat au fost compuse din mai multe elemente, fapt observat pentru toți participanții, indiferent de tipul de curriculum. În schimb, în termeni de timpii de reacție, aceste diferențe s-au estompat, diferențele constatate, deși conforme așteptărilor, nu au depășit pragul semnificației statistice. Sarcina presupunând comparații între numere nu a evidențiat un efect al magnitudinii mulțimilor de comparat, singura excepție fiind reprezentată de timpii de reacție măsurati pentru elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii care au fost semnificativ mai mari pentru perechile de numere mari comparativ cu perechile de numere mici. În sfârșit, în ceea ce privește sarcina de comparare a numerelor prezentate în format arab, atât elevii cu curriculum normal, cât și cei cu tulburări specifice de învățare a matematicii au răspuns corect, evidențiindu-se astfel un efect de platou al învățării, astfel încât un efect al magnitudinii nu a putut fi scos în evidență în baza numărului de erori înregistrate. Totuși, efectul magnitudinii a devenit evident atunci când s-au luat în considerare timpii de reacție, toți participanții înregistrând o latență mai crescută a răspunsurilor atunci când au fost expuși la perechi de numere mari.

Lucrurile au devenit mai nuanțate atunci când s-a urmărit prezența unui efect al distanței în sarcinile de comparare a perechilor de numere. Astfel, în formatul 3D de prezentare a cantităților numerice, efectul distanței a fost evident atât pentru elevii cu curriculum normal, cât și pentru cei având tulburări specifice de învățare a matematicii, dar numai în privința numărului de erori apărute. În termeni de timpii de reacție, în cazul elevilor cu curriculum normal nu s-au înregistrat diferențe semnificative între condițiile de proximitate, respectiv distalitate a cardinalelor mulțimilor de obiecte prezentate, însă, în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii, s-a constatat prezența unei tendințe opuse, însemnând că

timpii de reacție au fost mai mari pentru perechile de numere mai îndepărtate unele de altele. În cadrul sarcinii de comparare în format 2D, efectul distanței s-a manifestat conform așteptărilor în cazul tuturor participanților, indiferent de tipul de curriculum, atât ca număr de erori, cât și ca timpi mășurați de reacție. Atunci când participanților li s-au oferit spre a fi comparate numerele, efectul distanței nu s-a evidențiat, singura excepție fiind reprezentată de timpii de reacție mășurați pentru elevii cu curriculum normal în sensul că s-a constatat o latență mai mare a răspunsurilor în cazul prezentării de perechi de numere proximale. În fine, când au fost oferite spre comparare numere în format arab, același efect de platou a putut fi observat pentru toți participanții, indiferent de tipul de curriculum, în sensul că nu s-au înregistrat erori. Dar, dacă în ceea ce îi privește pe elevii cu curriculum normal, efectul distanței s-a manifestat printr-o creștere a timpilor de reacție în cazul perechilor de numere proximale, în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii s-a evidențiat din nou tendința opusă, observată și în formatul 3D, constând într-o creștere a timpilor de reacție pentru perechile de numere distale.

În linii mari, se poate observa faptul că elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii nu diferă de colegii lor cu curriculum normal sub aspectul capacității de subitizare, dar, pe măsură ce complexitatea sarcinilor crește și formatul de prezentare a cantităților numerice devine tot mai abstract, diferențele nesemnificative manifestate de cei dintâi devin din ce în ce mai evidente și dobândesc semnificație statistică. Diferențele amintite constau atât în claritatea percepției numerozității, cât și în timpul necesar procesării informațiilor, luării unei decizii și alegerii unei variante de răspuns. Sarcinile cel mai greu abordabile pentru elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii sunt cele verbale, chiar dacă din studiul de față au fost excluși acei elevi susceptibili de a manifesta și dificultăți de citire sau scriere. Formatul cel mai agreat de toți elevii, judecând atât din perspectiva corectitudinii răspunsurilor, cât și vitezei de procesare, rămâne cel vizual-arab. Situațiile aparent paradoxale în care elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii au avut nevoie de mai mult timp pentru a decide care număr este mai mare chiar dacă numerele erau mai îndepărtate unele de altele și implicit mai ușor de discriminat, pot fi explicate prin implicarea sistemului numeric exact, care la acești elevi funcționează deficitar. Elevii amintiți par a recurge tot la o strategie constând în a număra, fapt ce consumă cu atât mai mult timp cu cât perechile de numere expuse sunt mai îndepărtate.

Una dintre limitele studiului de față derivă din faptul că elevii având curriculum normal sunt asimilați grupului de elevi fără tulburări specifice de învățare a matematicii. Principalul argument adus în favoarea unei atare abordări este acela că practica zilnică de la clasă îi permite profesorului să îi identifice pe elevii cu dificultăți de învățare a matematicii mai acurat decât oricare instrument aplicat o singură dată la un moment dat. Din nefericire, există un număr mic de elevi care nu beneficiază de adaptare curriculară din motive ce țin de implicarea familiei, imaginea pe care familia încearcă să o promoveze în comunitate, interesul scăzut al familiei față de traseul școlar al copiilor. Cu toate acestea, în linii mari, distincția curriculum normal – curriculum adaptat ajută la identificarea grupurilor de elevi cu, respectiv fără tulburări specifice de învățare a matematicii.

Capitolul VI. Studiul 2

Obiectivul studiului de față. Plecând de la datele obținute în primul studiu, s-au născut întrebări cu privire la cauzele diferențelor observate între elevii cu curriculum normal și elevii având tulburări specifice de învățare a matematicii – asemănările dintre cele două categorii de participanți sunt consecința intervenției educaționale timpurii sau a unor capacități proprii asemănătoare, dar influențate major de stiluri de funcționare diferite? Astfel, pentru a oferi, pe de o parte, o posibilă explicație neuropsihologică pentru instalarea anumitor forme de TSI cu afectarea domeniului matematic, iar pe de altă parte, pentru a facilita construirea unui plan

remedial mai eficient în cazul elevilor cu cerințe educaționale speciale, s-a măsurat incidența dominanței încrucișate ochi – mână pe un grup de elevi de școală generală. De asemenea, s-au urmărit și incidențele dominanței oculare stângi, respectiv drepte pe cele două grupe de elevi. Punctul de interes l-a reprezentat a stabili dacă elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii folosesc mai pregnant sistemul numeric aproximativ în detrimentul sistemului numeric exact, presupus a fi localizat în emisfera stângă, considerată a fi și sediul limbajului (Dehaene, 1997).

Ipoteza studiului a fost aceea că dominanța încrucișată ochi – mână apare semnificativ mai frecvent în cazul copiilor având curriculum adaptat decât în cazul elevilor având curriculum normal.

METODA. Participanții. Eșantionul a fost format din 120 de copii și adolescenți de școală generală, cu vârstele cuprinse între 8 și 15 ani ($M=12,26$, $std=1,85$), 60 dintre ei având curriculum normal, iar 60 dispunând de curriculum adaptat. După colectarea datelor, au mai rămas doar 111 participanți, date fiind anumite probleme tehnice în timpul înregistrării audio-video, noua distribuție fiind de 56 elevi cu curriculum normal, respectiv 55 elevi cu curriculum adaptat. Distribuția pe gen a fost de 63,9% băieți și 36,1% fete. 72,97% dintre respondenți au provenit de la o școală din mediul rural, 24,32% învățau la o școală din mediul urban (5 respondenți nu și-au declarat școala de proveniență). În final, pentru studiul de față au fost eligibili 98 de participanți, în cazul cărora informațiile despre tipul de curriculum și dominanțele oculo-manuale au fost complete.

Procedura. Pentru stabilirea tipurilor de dominanță manuală și oculară s-a folosit o variantă simplificată a testului V-scope (Boos & Hillerich, 1967). Participanții au fost solicitați să apuce un monoclu și să se uite prin el. Prima mână cu care au apucat obiectul a fost notată, la fel și ochiul la care au avut tendința să ducă mai întâi monoculul. Așezarea pe masă a monoclului a fost una standard, exact în fața participanților, la distanțe egale față de cele două mâini. Consemnul a fost de asemenea unul standard: „Acolo ai un monoclu. Ia-l, te rog, și uită-te prin el!”

Rezultatele. Atât situația în care elevii au luat monoculul cu mâna dreaptă și l-au poziționat în fața ochiului stâng, cât și aceea în care monoculul a fost apucat cu mâna stângă și așezat în fața ochiului drept, au fost considerate încrucișări ale preferințelor ochi - mână. 64,7% dintre elevii cu curriculum adaptat au manifestat preferință încrucișată ochi-mână, comparativ cu numai 35,3% dintre elevii cu curriculum normal. Testul χ^2 pătrat de asociere a evidențiat o interdependență statistică între variabilele încrucișare mână-ochi și tip de curriculum, $\chi^2(1) = 5,850$, $p = 0,016$. Reziduurile standardizate ajustate nu se situează în intervalul $[-2; 2]$, ceea ce ne permite să afirmăm că dominanța încrucișată mână-ochi apare semnificativ mai frecvent la elevii cu curriculum adaptat decât în cazul elevilor având curriculum normal.

Relația dintre tipul de curriculum – mâna dominantă. Testul hi pătrat de asociere nu a pus în evidență diferențe semnificative între elevii cu curriculum normal și cei cu curriculum adaptat în ceea ce privește incidența mâinii dominante. $\chi^2(1) = 0,163$, $p = 0,686$.

Relația dintre tipul de curriculum – ochiul dominant. 58,6% dintre elevii cu curriculum normal au manifestat o dominanță oculară dreaptă. În același timp, pentru 63,3% dintre elevii cu curriculum adaptat s-a pus în evidență o dominanță oculară stângă. Testul hi pătrat de asociere a scos în evidență o interdependență statistică între variabilele ochi dominant – tip de curriculum, $\chi^2(1) = 4,037$, $p = 0,045$. Deși se constată o manifestare mai frecventă dominanței oculare stângi în cazul elevilor cu curriculum adaptat, totuși, faptul că reziduurile standardizate ajustate sunt limitele intervalului $[-2; 2]$, îndeamnă la circumspecție în tratarea datelor.

Discuție. Prezența dominanței încrucișate ochi-mână este semnificativ mai mare în cazul elevilor cu curriculum adaptat decât în cazul elevilor cu curriculum normal. Acest rezultat este în acord cu ideea dezvoltată în secțiunea dedicată background-ului teoretic conform căreia TSI cu afectarea domeniului matematic este cauzată de disfuncții multiple la nivelul creierului sau de afectări ale ariilor cerebrale centrale. Plasticitatea cerebrală permite ca anumite funcții perturbate prin afectarea unor arii cerebrale să fie preluate, atunci când este posibil, de regiunile controlaterale ale emisferei opuse. Ideea de mai sus poate fi legată și de un alt rezultat. Chiar dacă nu s-au identificat diferențe statistice semnificative între elevii cu curriculum normal și cei având curriculum adaptat în ceea ce privește mâna dominantă (în acest caz factorul educațional are un rol important, deoarece unii părinți și învățători încă îi forțează pe copii să scrie cu mâna dreaptă), lucrurile stau altfel în cazul dominanței oculare, mai puțin susceptibilă de a fi supusă unei influențe educaționale. Elevii cu curriculum adaptat par a manifesta mai frecvent o preferință oculo-vizuală stângă, dar dacă se ține cont de faptul că informația vizuală a hemicâmpului vizual stâng se proiectează în lobul occipital al emisferei drepte, care nu dispune de arii specifice pentru reprezentarea verbală a numerelor și pentru procedurile de calcul exact (Dehaene, 2000), acest fapt ar putea explica anumite dificultăți întâmpinate de elevii cu TSI cu afectare a domeniului matematic atunci când sunt confrunțați cu probleme de aritmetică.

Capitolul VII. Studiul 3

Scala abreviată pentru anxietatea generată de matematică (variantea în română): construire, validitate, fidelitate

METODA. Participanții au fost 240 de elevi de școală primară și gimnaziu, cu vârstele cuprinse între 8 și 16 ani ($M = 12,07$, $std = 1,99$). Distribuția pe categorii de gen a fost aproximativ egală. În ceea ce privește școala de proveniență, 66,25 % dintre participanți au provenit de la școli din mediul rural, în timp ce 33,75 % dintre respondenți au provenit de la școli din mediul urban. 23 dintre respondenți sunt beneficiari de curriculum adaptat. **Instrumentele** folosite au fost:

ASEBA (Achenbach System of Empirically Based Assessment, Achenbach & Rescorla, 2009), forma CBCL administrată de unul dintre părinți, poate fi aplicat copiilor cu vârsta minimă de 6 ani. Chestionarul conține 120 de itemi și vizează multiple dimensiuni, precum anxietate, depresie, acuze somatice, probleme de gândire, probleme de atenție, comportament antisocial. A fost raportat un coeficient de fidelitate test-retest $r = 0,90$, iar în ceea ce privește consistența internă, au fost raportate valori ale coeficienților alfa cuprinse între 0,63 și 0,79 (Achenbach & Rescorla, 2009).

MASC (Multidimensional Anxiety Scale for Children), varianta cu 10 itemi, se pretează aplicării la copii începând cu vârsta de 8 ani. Pentru populația românească, au fost raportați coeficienți de consistență internă alfa Cronbach cu valori cuprinse între 0,61 și 0,72 și o fidelitate test-retest $r = 0,78$. (Sîrbu & March, 2010)

AMAS (Abbreviated Math Anxiety Scale) conține 9 itemi, grupați în doi factori: teama de evaluare la matematică și teama resimțită în timpul învățării. Autorii au raportat o consistență internă alfa Cronbach = 0,85 și o fidelitate test-retest $r = 0,78$ (Hopko, et. al., 2003), coeficienți ridicați ai consistenței interne și fidelității fiind raportați și pentru traducerile în italiană (Primi, et. al., 2014), iraniană (Vahedi & Farrokhi, 2011), germană (Dietrich, et. al., 2015), spaniolă (Brown & Sifuentes, 2016), poloneză (Cipora, et. al., 2017). Răspunsurile la cei nouă itemi ai scalei AMAS au fost bifate pe o scală Likert cu 5 trepte, apoi cotate cu valori de la 0 (lipsa anxietății) până la 4 (anxietate ridicată). Scorul total a rezultat prin însumarea scorurilor la cei nouă itemi.

Traducerea și adaptarea în limba română s-a realizat în paralel de 4 persoane având cunoștințe temeinice de engleză. Cele patru variante au fost armonizate prin colaborarea a 3 profesori, iar varianta obținută a fost retradusă în engleză de către un profesor de specialitate. Au existat unele diferențe față de varianta originală, fapt ce a atras după sine unele modificări. O nouă traducere în engleză a noii forme s-a realizat, constatându-se că nu mai apar diferențe majore de sens. O concesie s-a făcut în ceea ce privește sintagma *pop quiz*, tradusă în română prin *extemporal*. O situație asemănătoare s-a raportat și la traducerea în poloneză a testului (Cipora, et. al., 2017).

VII.1.3.4 Fidelitatea test-retest a scalelor. Scala AMAS a fost aplicată din nou, la un interval de trei săptămâni, unui grup de 75 de elevi (dintre care 42 au fost băieți, iar 14 având curriculum adaptat). Coeficientul de fidelitate test-retest al întregii scale AMAS a fost $\rho = 0,708$, $p < 0,001$. În cazul subscalei vizând anxietatea față de evaluarea la matematică, s-a înregistrat un coeficient de corelație Spearman $\rho = 0,672$, $p < 0,001$. În cazul subscalei vizând anxietatea față de învățarea la matematică, s-a înregistrat un coeficient de corelație Spearman $\rho = 0,679$, $p < 0,001$.

VII.1.3.5 Corelații între AMAS și teste paralele vizând anxietatea. În ceea ce privește corelația dintre scorurile obținute la scala AMAS și cele înregistrate la testul MASC-10, coeficientul de corelație Spearman a fost de $\rho = 0,435$, $p < 0,001$, indicând o corelație pozitivă, dar slabă între cele două teste.

Corelația dintre scorul la anxietatea generată de matematică măsurată cu AMAS și anxietatea generală măsurată cu testul ASEBA a fost una pozitivă, dar slabă, pusă în evidență printr-un coeficient Spearman $\rho = 0,278$, $p < 0,001$.

Corelația dintre scorul la anxietatea generată de matematică măsurată cu AMAS și nivelul depresiei măsurat cu testul ASEBA a fost de asemenea una pozitivă, dar slabă, pusă în evidență printr-un coeficient Spearman $\rho = 0,344$, $p < 0,001$.

Corelația dintre scorul la anxietatea generată de matematică măsurată cu AMAS și scorul la scala de probleme comportamentale măsurat cu testul ASEBA a fost de asemenea una pozitivă, dar slabă, pusă în evidență printr-un coeficient Spearman $\rho = 0,315$, $p < 0,001$.

VII.1.3.6 Relația dintre anxietatea generată de matematică și genul participanților. Întrucât distribuția scorurilor obținute de participanții de gen masculin nu a fost una normală (K-S $z = 0,146$, $p < 0,001$), comparația dintre mediile obținute în funcție de variabila „genul participanților” s-a făcut prin testul non-parametric Mann Whitney, indicele $z = -0,668$, $p = 0,504$, evidențiind faptul că nu există diferențe între participanții de gen feminin și cei de gen masculin în ceea ce privește nivelul anxietății generate de matematică. Nu s-au observat diferențe semnificative nici în ceea ce privește scorurile pe subscalele de anxietate față de testare la matematică ($z = -1,180$, $p = 0,238$) sau anxietatea provocată de învățarea la matematică ($z = -0,238$, $p = 0,812$).

VII.1.3.7 Comparații între elevii cu curriculum normal și elevii cu curriculum adaptat. În ceea ce privește scorurile totale obținute la Scala Abreviată pentru Anxietatea generată de matematică, nu s-au înregistrat diferențe semnificative între elevii cu curriculum adaptat și elevii cu curriculum normal (testul non-parametric Kruskal Wallis a relevat un indice $z = 3,185$, la un prag de semnificație $p = 0,074$). De asemenea, nu s-au înregistrat diferențe semnificative între elevii cu curriculum adaptat și cei având curriculum normal în ceea ce privește scorurile la subscala ce măsoară anxietatea față de evaluarea la matematică ($z = 1,369$, $p = 0,242$). În schimb, la subscala ce măsoară teama de învățare la matematică, elevii cu curriculum adaptat au înregistrat scoruri mai mari comparativ cu colegii lor având curriculum

normal ($z = 7,485$, $p < 0,01$). Elevii cu curriculum adaptat au înregistrat scoruri mai mari comparativ cu colegii lor având curriculum normal și la scalele de anxietate măsurată prin chestionarul MASC ($z = 10,678$, $p < 0,01$), anxietate măsurată cu chestionarul ASEBA ($z = 6,203$, $p < 0,05$), depresie măsurată prin chestionarul ASEBA ($z = 4,735$, $p < 0,05$), și probleme comportamentale puse în evidență prin chestionarul ASEBA ($z=5,371$, $p < 0,05$).

În urma aplicării metodei regresiei liniare simple, s-a constatat prezența unei corelații slabe între tipul de curriculum și scorul total obținut la scala AMAS ($R=0,124$), în condițiile în care $F(1, 237) = 3.716$, $p = 0,055$. Prin urmare, anxietatea generată de matematică nu poate fi considerată un bun predictor al instalării tulburărilor specifice de învățare a matematicii.

VII.2 Concluzii. Scala Abreviată pentru Anxietatea generată de matematică (SAAM) reprezintă un chestionar tradus în limba română și validat pentru populația școlară românească, un instrument de screening menit să stabilească nivelul anxietății resimțit în situații de învățare a noțiunilor și procedurilor matematice, precum și în situații de evaluare a cunoștințelor matematice. Spre deosebire de varianta originală, precum și de variantele traduse în germană, poloneză, italiană și persană, care au fost validate pe o populație adultă (de studenți), varianta românească vine în întâmpinarea nevoii de a măsura nivelul anxietății generate de matematică în cazul elevilor de școală primară și gimnazială. Corelațiile slabe cu testele ce măsoară anxietatea în general, depresia și tulburările de comportament ale școlărilor reprezintă o măsură a validității divergente a SAAM. O măsură a validității de construct a Scalei anterior menționate o reprezintă consistența internă ridicată și potrivirea modelului factorial cu cel propus de autorii AMAS originale. Scorurile ridicate ale corelațiilor test-retest după un interval de trei săptămâni reprezintă un indiciu al faptului că SAAM întrunește condiția unei bune validități de criteriu. Corelațiile dintre itemi, mai mari de 0,30, satisfac condițiile validității de conținut. Principala limită a prezentei forme și a etaloanelor oferite derivă din dimensiunea eșantionului folosit (201 participanți) și slaba reprezentare a populației școlare urbane (19,4 %), ultima fiind și o consecință a restricțiilor pandemice din timpul aplicării testelor.

Comparațiile făcute cu ajutorul SAAM au evidențiat câteva aspecte importante. În primul rând, în concordanță cu literatura internațională, s-a constatat prezența unui nivel mai ridicat al anxietății generate de matematică în cazul elevilor cu curriculum adaptat, adică al acelor care manifestă tulburări specifice de învățare în domeniul matematic. Mai mult decât atât, analizând scorurile obținute pe cele două subscale, se remarcă faptul că elevii cu tulburări specifice de învățare în domeniul matematic au o anxietate mai pregnantă decât colegii lor cu curriculum normal în situațiile de învățare a matematicii și mai puțin în contextul de evaluare. Faptul este explicabil prin maniera diferențiată în care se face evaluarea în cazul copiilor cu curriculum normal, respectiv adaptat, cei din urmă având certitudinea că vor promova la disciplina matematică indiferent de rezultatele obținute la teste sau teze. Se poate spune că principalul câștig adus de introducerea sistemului diferențiat de elaborare a curriculumului pentru elevi tipici, respectiv cu cerințe educaționale speciale, este reducerea anxietății de evaluare la ultimii pomeniți.

Deși scorurile obținute de participanții de gen masculin la scala SAAM sunt mai mici decât scorurile înregistrate în cazul fetelor și adolescentelor, diferențele nu sunt semnificative, fapt ce poate fi pus în relație și cu dimensiunea limitată a eșantionului de elevi care au participat la validarea scalei. Cercetările viitoare vor putea stabili cu mai multă precizie dacă anxietatea generată de matematică este influențată semnificativ de variabila gen, iar extinderea eșantionului de participanți și includerea unui procent mai mare de elevi din școlile urbane vor asigura o cotare mai precisă a scorurilor înregistrate.

Capitolul VIII. Studiul 4

Jocul Mate20

Obiectivul cercetării curente a fost acela de a verifica, în cadrul unui studiu clinic controlat, eficiența intervenției cu ajutorul softului Mate20 asupra simțului numeric al elevilor cu tulburare specifică de învățare ce afectează domeniul matematic. Ipotezele au fost următoarele:

- Ipoteza 1:* participanții care au beneficiat de intervenție educațională cu ajutorul jocului Mate20 vor înregistra la finalul stagiului de intervenție mai multe răspunsuri corecte, respectiv un număr mai mic de erori comparativ cu momentul începerii intervenției.
- Ipoteza 2:* participanții care au beneficiat de intervenție educațională cu ajutorul jocului Mate20, varianta fără sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică, vor înregistra o ameliorare a simțului numeric semnificativ superioară celor care au beneficiat de training tradițional la orele de sprijin;
- Ipoteza3:* participanții care au beneficiat de intervenție educațională cu ajutorul jocului Mate20+, varianta cu sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică, vor înregistra o ameliorare a simțului numeric superioară celor care au utilizat Mate20, fără sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică.
- Ipoteza 4:* există o corelație între nivelul anxietății generate de matematică măsurate cu ajutorul Scalei Abreviate de măsurare a Anxietății generate de Matematică și schimbarea observată în urma intervenției.

Metoda. Participanții la studiu au fost 92 de elevi cu vârste cuprinse între 9 și 14 ani, toți având curriculum adaptat, care au înregistrat în urma aplicării bateriei WISC – IV, scoruri la testul de aritmetică cu cel puțin o abatere standard sub scorul așteptat conform vârstei cronologice. Participanții în cazul cărora s-au înregistrat pe dimensiunile non-verbal și verbal scoruri cu mai mult de două abateri standard sub scorul așteptat conform vârstei cronologice au fost excluși din cercetare, pentru a evita posibile interferențe cu alte potențiale surse de influență asupra datelor obținute (Dowker, 2005; DSM- 5). În final, în studiu au acceptați 89 de elevi, dintre care 12 nu au participat la retestare din diverse motive (s-au mutat în străinătate, au refuzat retestarea, sau au absentat în perioada retestării). Înconsecință, prelucrările statistice s-au efectuat pe rezultatele a 77 de elevi dintre care 28 au făcut parte din grupul de control, 27 din grupul asupra căruia s-a realizat intervenția cu ajutorul aplicației Mate20+ varianta cu sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică, iar 22 din grupul care a beneficiat de intervenție cu aplicația Mate20 varianta fără sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică. 64,9 % dintre participanți au fost de gen masculin. În urma aplicării testului Kruskal Wallis s-a constatat faptul că cele trei grupuri nu diferă semnificativ în ceea ce privește genul ($H(2) = 3,166$, $p = 0,215$), și nici în ceea ce privește vârsta ($H(2) = 2.539$, $p=0.281$).

Procedura. După distribuirea participanților în cele trei grupuri, a fost aplicat un chestionar nestandardizat cu 76 de itemi (Anexa 10), constând în adunări și scăderi de numere naturale ale căror rezultate se situează de asemenea în mulțimea numerelor naturale, precum și Scala Abreviată pentru Anxietatea generată de matematică, tradusă în limba română. Participanții din primul grup au beneficiat timp de 2 săptămâni de un program de intervenție constând în a juca, timp de 15-20 de minute zilnic, în intervalul de timp petrecut la școală (8:00 – 14:00) jocul Mate20, varianta cu sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică, asistați de profesor, care le-a solicitat să efectueze calculele mai complexe cu creionul pe foaie. Participanții din cel de-al doilea grup au beneficiat timp de 2 săptămâni de un program de intervenție similar, dar utilizând o variantă a jocului Mate20 fără sugestiile

menite să reducă anxietatea generată de matematică. Timpul total de lucru cu aplicația Mate20 / Mate20+ nu a depășit 150 de minute, echivalentul a trei ore de curs. Participanții din grupul de control au beneficiat doar de intervenția obișnuită din timpul orelor de sprijin. Peste două săptămâni, a fost aplicat același chestionar, iar rezultatele au fost cuantificate în termeni de: (a) număr de răspunsuri corecte oferite; (b) număr de itemi omiși; (c) număr de erori, defalcat după următoarea grilă:

- e1 – greșeli în efectuarea adunărilor până la 10;
- e2 – greșeli în efectuarea scăderilor până la 10;
- e3 – greșeli în efectuarea adunărilor în centrul (2 – 18) cu trecere peste ordin;
- e4 – greșeli în efectuarea scăderilor în centrul (2 – 18) cu trecere peste ordin;
- e5 – elevul nu trece zece mai departe către rangul superior învecinat;
- e6 - elevul nu împrumută 10 de la rangul superior învecinat;
- e7 – elevul introduce cifre parazite;
- e8 – elevul omite cifre;
- e9 – elevul nu respectă rangurile cifrelor;
- e10 – elevul inversează descăzutul cu scăzătorul;
- e11 – elevul confundă operațiile de adunare și scădere;
- e12 – elevul face operațiile de la stânga către dreapta.

Primele patru tipuri de erori au fost luate în considerare pentru a evalua simțul numărului, celelalte tipuri de erori fiind o măsură a dobândirii noțiunilor, regulilor, algoritmilor de calcul aritmetic. Ținând cont de tipologia propusă de Geary (1993), erorile cu rangul mai mare sau egal cu 5 țin cu precădere de o funcționare deficitară a memoriei semantice, a memoriei de lucru sau a organizării vizual-spațiale. Întrucât numărul de erori înregistrate depinde și de numărul total de operații realizate de elev (cu cât elevul abordează mai mulți itemi, cu atât probabilitatea de apariție a erorilor crește), pentru a surprinde cât mai corect schimbarea la nivelul de simț numeric, simțul numărului a fost operaționalizat prin formula:

$$SN = 76 - (e1+e2+e3+e4+\text{numărul total de itemi omiși}),$$

76 fiind numărul total de itemi incluși în test.

Rezultate. În vederea testării *primei ipoteze*, s-a verificat normalitatea distribuției datelor înregistrate înainte, respectiv după intervenția educațională, atât în cazul participanților care au beneficiat de intervenție cu ajutorul aplicației Mate20 (fără sugestii menite să reducă anxietatea generată de matematică), cât și pentru grupul de elevi care a beneficiat de intervenție cu ajutorul aplicației Mate20+ (îmbogățită cu sugestii menite să reducă anxietatea generată de matematică). Testul Kolmogorov-Smirnov a indicat faptul că datele au, pentru toate cele trei grupuri, distribuții apropiate de cea normală în cazul variabilei „numărul de răspunsuri inițiale corecte” (intervenție tradițională: KS $z = 0,830$, $p = 0,469$; intervenție cu Mate20: KS $z = 0,742$, $p = 0,641$; intervenție cu Mate20+: KS $z = 0,826$, $p = 0,503$), respectiv „numărul de răspunsuri finale corecte” (intervenție tradițională: KS $z = 0,654$, $p = 0,785$; intervenție cu mate20: KS $z = 0,849$, $p = 0,467$; intervenție cu Mate20+: KS $z = 0,670$; $p = 0,761$).

Testul t pentru eșantioane perechi a indicat faptul că, în cazul elevilor care au utilizat aplicația Mate20, numărul final de răspunsuri corecte este semnificativ mai crescut decât numărul inițial de răspunsuri corecte ($t(25) = -3,132$, $p < 0,01$).

Testul t pentru eșantioane perechi a indicat faptul că și în cazul elevilor care au utilizat aplicația Mate20+, numărul final de răspunsuri corecte este semnificativ mai ridicat decât numărul inițial de răspunsuri corecte ($t(20) = -5,632$, $p < 0,001$).

Testul Kolmogorov-Smirnov a indicat faptul că datele au, pentru toate cele trei grupuri, distribuții apropiate de cea normală în cazul variabilei „numărul inițial de erori” (intervenție tradițională: KS $z = 0,823$, $p = 0,508$; intervenție cu Mate20: KS $z = 0,575$, $p = 0,895$; intervenție cu Mate20+: KS $z = 0,528$, $p = 0,943$), respectiv „numărul final de erori” (intervenție

tradițională: KS $z = 0,468$, $p = 0,981$; intervenție cu mate20: KS $z = 0,877$, $p = 0,426$; intervenție cu Mate20+: KS $z = 0,609$; $p = 0,852$).

Testul t pentru eșantioane perechi a indicat faptul că, în cazul elevilor care au utilizat aplicația Mate20, numărul final de erori este semnificativ mai mic decât numărul inițial de erori ($t(25) = 3,322$, $p < 0,01$).

În schimb, în cazul elevilor care au utilizat aplicația Mate20+, testul t pentru eșantioane perechi a indicat nu doar faptul că diferențele sunt ne semnificative între numărul inițial de erori și cel final ($t(20) = -1,419$, $p = 0,171$). Ba mai mult decât atât, în valoare absolută, numărul final de erori a fost mai mare decât cel inițial.

Pentru a înțelege situația creată, s-a recurs la compararea numărului inițial de itemi omiși cu numărul final de itemi omiși în situația utilizării aplicației Mate20+. Testul Kolmogorov – Smirnov a evidențiat faptul că distribuțiile variabilelor „numărul de itemi omiși inițial”, respectiv „numărul de itemi omiși la retestare” nu diferă semnificativ de cea gaussiană (inițial – KS $z = 0,908$, $p = 0,382$; final – KS $z = 1,289$, $p = 0,072$). Testul t pentru eșantioane perechi a evidențiat faptul că la retestare au fost omiși semnificativ mai puțini itemi decât la testarea inițială ($t(20) = 4,998$, $p < 0,001$).

În cazul elevilor care au beneficiat de intervenție de tip tradițional, testul t pentru eșantioane perechi nu a scos în evidență diferențe semnificative între numărul inițial de erori și cel final ($t(29) = -0,098$, $p = 0,922$).

Pentru a măsura influența trainingului cu ajutorul jocului Mate20 strict asupra simțului numărului, s-au calculat nivelul inițial, respectiv nivelul final al simțului numărului după formula $76 - (e1+e2+e3+e4+ \text{numărul total de itemi omiși})$. Testarea normalității celor două distribuții a scos în evidență faptul că ambele variabile sunt apropiate de tipul gaussian (Pentru variabila „simțul numărului inițial” - intervenție tradițională: KS $z = 1,218$, $p = 0,103$; intervenție cu Mate20: KS $z = 1,248$, $p = 0,089$; intervenție cu Mate20+: KS $z = 0,857$, $p = 0,454$, iar pentru variabila „simțul numărului final” - intervenție tradițională: KS $z = 1,244$, $p = 0,091$; intervenție cu mate20: KS $z = 1,254$, $p = 0,086$; intervenție cu Mate20+: KS $z = 1,103$; $p = 0,176$).

O nouă variabilă menită să surprindă evoluția simțului numărului prin trainingul aplicat a fost creată după formula $SN = \text{simțul numărului final} - \text{simțul numărului inițial}$. Testul Levene a evidențiat că varianțele variabilei nou formate nu diferă semnificativ în cele trei condiții enunțate (intervenție tradițională, intervenție cu Mate20 fără sugestii de diminuare a anxietății, intervenție Mate20+ cu sugestii de diminuare a anxietății), $F(2, 73) = 1,744$, $p = 0,182$.

Aplicând ANOVA ONEWAY, se constată că există diferențe semnificative între cele trei grupuri de participanți în ceea ce privește ameliorarea simțului numărului în funcție de tipul de intervenție realizată. $F(2, 73) = 13,115$, $p < 0,001$.

Pentru a stabili dacă diferențele înregistrate între intervenția de tip tradițional și intervenția cu ajutorul aplicației Mate20 (fără sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică) sunt semnificative statistic, a fost utilizat testul t pentru eșantioane independente. Testul Kolmogorov Smirnov a evidențiat distribuții apropiate de normal ale variabilei „ameliorarea simțului numeric” atât pentru elevii care au beneficiat de intervenție tradițională, cât și pentru elevii care au beneficiat de training cu ajutorul aplicației Mate20 (KS $z = 1,181$, $p = 0,123$, respectiv KS $z = 0,6$, $p = 0,864$). Testul Levene a scos în evidență variante omogene ale variabilei „ameliorarea simțului numeric” pentru ambele grupuri de participanți ($F(53) = 0,005$, $p = 0,944$). Testul t pentru eșantioane independente a arătat că nu s-au înregistrat diferențe semnificative între participanții care au beneficiat de intervenție tradițională și cei care au beneficiat de intervenție cu ajutorul aplicației Mate20 (fără sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică) în privința ameliorării simțului numeric ($t(53) = -1,831$, $p = 0,073$).

Pentru a stabili dacă diferențele înregistrate între intervenția cu ajutorul aplicației Mate20 (fără sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică) și intervenția cu ajutorul aplicației Mate20+ (cu sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică) sunt semnificative statistic, a fost utilizat testul t pentru eșantioane independente. Testul Kolmogorov Smirnov a evidențiat distribuții apropiate de normal ale variabilei „ameliorarea simțului numeric” atât pentru elevii care au beneficiat de intervenție cu ajutorul aplicației Mate20, cât și pentru elevii care au beneficiat de training cu ajutorul aplicației Mate20+ (KS $z = 0,600$, $p = 0,864$, respectiv KS $z = 0,766$, $p = 0,600$). Testul Levene a scos în evidență variante omogene ale variabilei „ameliorarea simțului numeric” pentru ambele grupuri de participanți ($F(45) = 3,101$, $p = 0,085$). Testul t pentru eșantioane independente a arătat că, în privința ameliorării simțului numeric, participanții care au beneficiat de intervenție cu ajutorul aplicației Mate20+ (cu sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică) au obținut rezultate semnificativ mai bune comparativ cu colegii care au beneficiat de intervenție cu ajutorul aplicației Mate20 (fără sugestii menite să diminueze anxietatea generată de matematică) ($t(45) = -3,350$, $p < 0,01$)

Un alt punct de interes al studiului l-a reprezentat relația dintre scorul obținut în urma aplicării Scalei Abreviate pentru măsurarea Anxietății generate de Matematică (SAAM) și evoluția participanților în contextul intervenției cu ajutorul aplicației Mate20. Analiza corelațională nu a surprins o legătură între scorul obținut de subiecți la SAAM și schimbarea provocată de intervenție.

De asemenea, nu a fost identificată o corelație între scorul obținut de subiecți la subscala ce măsoară anxietatea generată de evaluarea la matematică și schimbarea provocată de intervenție.

Nu a fost evidențiată o corelație între scorurile obținute de participanți la subscala ce măsoară anxietatea generată de învățarea la matematică și schimbarea provocată de intervenție.

Capitolul IX. Concluzii finale. Recomandări

Plecând de la datele colectate și de la observațiile efectuate în timpul realizării studiilor, dar și în timpul activității didactice propriu-zise, pot fi formulate câteva recomandări.

Elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii au abilități de subitizare (aprecierea numerozității unei mulțimi mici bazată pe capacitățile perceptive) normale sau foarte apropiate de nivelul normal. În consecință, activitățile preferate ale acestor elevi, tocmai datorită faptului că se pot măsura „de la egal” cu colegii lor având curriculum normal, sunt acelea care implică manipulări de obiecte, acțiuni concrete simple, activități cu finalitate practică imediată.

În activitățile de învățare cu elevii, indiferent de tipul de curriculum de care aceștia beneficiază, pot fi folosite atât obiecte concrete, cât imagini bidimensionale și stilizate ale acestora, diferențele de acuratețe a răspunsurilor și de timpi de reacție fiind ne semnificative. Observația de față susține posibilitatea utilizării cu succes, cel puțin în cazul elevilor cu curriculum adaptat integrați în școala de masă, a aplicațiilor și jocurilor educaționale instalate pe dispozitive electronice (tabletă, telefon, desktop, laptop, televizor).

Formatul cel mai accesibil, preferat atât de către elevii cu curriculum normal, cât și de cel cu tulburări specifice de învățare a matematicii, este cel vizual-arab. Copiii se confruntă deseori cu numere exprimate în format arab, atât în viața de zi cu zi, cât și în timp ce se joacă pe telefon sau pe calculator, ceea ce le facilitează înțelegerea semnificațiilor numerice și le

insuflă încrederea necesară să abordeze problemele înfățișate în formatul menționat, mai cu seamă când implică numere relativ mici și operații simple, precum compararea.

Formatul care ridică cele mai mari provocări elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii este cel verbal. Acești elevi dau semne că se simt confuzi atunci când procesează propoziții lungi, din care informațiile referitoare la numere sunt mai greu de extras. Codarea și decodarea, trecerea dintr-un format în altul ridică dificultăți suplimentare acestor elevi, de aceea se poate observa frecvent din partea acestora o tendință de evitare a sarcinii, dezvoltarea de strategii de deturnare a atenției sau a subiectului lecției către alte teme unde ei au convingerea că pot purta un dialog cel puțin de pe o poziție de egalitate.

Efectul magnitudinii este evidențiat în cazul elevilor cu tulburări specifice de învățare a matematicii. În ceea ce privește efectul distanței, paradoxal, acesta se manifestă în sens opus, adică elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii par a avea nevoie de mai mult timp pentru a compara numerele distale. O posibilă explicație este că acești elevi nu au axa numerelor interiorizată și recurg la o strategie cronofagă pentru a efectua comparațiile: numără de două ori, încercând să aproximeze distanța pe axă până la fiecare dintre cele două numere. În aceste condiții, intervenția eficientă, corectă trebuie să se realizeze înafara colectivului clasei, astfel încât elevul să nu se compare cu ceilalți elevi și să nu resimtă presiunea timpului. Mai mult decât atât, pentru a facilita formarea competențelor aritmetice la elevii cu tulburări specifice de învățare a matematicii, intervenția trebuie să pornească de fiecare dată de la numere mici (până la zece), să continue cu numere până la douăzeci, apoi până la o sută, o mie, etc.

Apariția cu frecvență mai mare a lateralității încrucișate și a dominanței oculare stângi, semn al implicării emisferei cerebrale drepte și a sistemului numeric aproximativ, obligă cadrul didactic să manifeste mai multă răbdare și înțelegere în relația cu elevii având tulburări specifice de învățare a matematicii atunci când elevul scrie cu mâna stângă, scrie simbolurile „în oglindă”, realizează calculele de la stânga către dreapta, etc. Dat fiind faptul că acești elevi dau uneori răspunsuri uimitoare, foarte apropiate de răspunsul corect fără a aplica algoritmi sau operațiile aritmetice necesare, justificate prin afirmații precum „așa mi-a venit”, se impune cultivarea „intuiției” pe care o manifestă, semn al activității emisferei drepte / sistemului de calcul aproximativ, și corelarea acesteia cu strategii de verificare a răspunsului oferit.

Existența, demonstrată și de studiile de față, a anxietății generate de matematică, cu efectele sale nedorite asupra capacității de calcul matematic, dar și asupra deciziei de a frecventa școala sau de a alege un anumit traseu profesional, impune o abordare integrată a intervenției compensatorii în ceea ce privește tulburările specifice de învățare a matematicii, din care nu are voie să lipsească terapia fobiei față de matematică. Expunerea sistematică și propunerea de alternative dezirabile la cognițiile disfuncționale sunt de natură să îmbunătățească starea persoanei care se confruntă cu tulburare specifică de învățare a matematicii. Scala abreviată pentru anxietatea generată de matematică, adaptată și etalonată pe populație școlară românească, se poate dovedi a fi un instrument de screening util, punct de plecare în diagnosticarea fobiei specifice față de matematică.

Clasificarea erorilor cu ajutorul celor 12 categorii propuse mai sus face mai facilă intervenția în vederea recuperării elevului suferind de o tulburare specifică de învățare a matematicii. Frecvența mai crescută a erorilor de tip 1, 2, 3 sau 4 indică un simț numeric mai puțin dezvoltat, apariția erorilor de tip 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, sau 12 arată mai curând o insuficientă automatizare a algoritmilor de calcul sau deficite ale memoriei de lucru, în timp ce un număr foarte mare de omisiuni atrage atenția asupra unei posibile anxietăți crescute care generează un comportament de evitare a sarcinii. Intervenția este, în fiecare caz, diferită. De asemenea,

clasificarea tipurilor de erori apărute a permis o intervenție educațională țintită, eficientă, printr-un tutorial adecvat carenței identificate.

Învățarea prin joc este mai atractivă pentru copii, le resuscită motivația de a învăța și concentrează într-un interval scurt de timp mai mult efort din partea elevului. Eficiența intervenției cu ajutorul aplicației Mate20 derivă în bună măsură din exploatarea capacităților limitate de concentrare a atenției și de efort a elevilor și eşalonarea acestui efort pe durata mai multor zile la rând, beneficiind astfel și de retenția în memoria de lungă durată a informațiilor și a procedurilor dobândite cu cel mult o zi în urmă.

Dacă dictonul „natura ne aseamănă, educația ne deosebește” se aplică în condiții ideale de intervenție educațională, în cazul unei intervenții eronate, generatoare de anxietate, situația este mai curând răsturnată: în pofida deosebirilor înnăscute, procesul educațional are un efect uniformizant – elevii cu cerințe educaționale speciale vor dezvolta strategii prin care să își ascundă unicitatea, să se camufleze în marea masă, să pară la fel ca ceilalți. Priceperea cadrului didactic sau a terapeutului se va vădi prin crearea de relații sănătoase între elevi, astfel încât aceștia să accepte și să respecte alteritatea, și să fie dispuși atât să ceară, cât și să ofere sprijinul necesar.

Bibliografie selectivă:

- Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2009). Manualul ASEBA pentru vârsta școlară, chestionare și profile. Cluj-Napoca, Editura RTS.
- Ashcraft, M. H. and Krause J. A. (2007). Working Memory, Math Performance and Math Anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14 (2), 243-248.
- Ashcraft, M. H., Krause, J. A., & Hopko, D. R. (2007). Is math anxiety a mathematical learning disability? In D. B. Berch & M. M. M. Mazzocco (Eds.), *Why is math so hard for some children? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities* (pp. 329-348). Baltimore: Brookes.
- Berch, D. (2005). Making Sense of Number Sense: Implications for Children With Mathematical Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38 (4): 333 – 339.
- Boos, R., & Hillerich, R. (1967). A Study of the Possible Distinction Between "Controlling Eye" and "Dominant Eye" and the Effect of Both, with Hand Dominance, on Reading Achievement. **ERIC Number:** ED033018.
- Brown, J. L., & Sifuentes, L. M. (2016). Validation study of the Abbreviated Math Anxiety Scale: Spanish adaptation. *Journal of Curriculum and Teaching*, 5(2), 76-82. doi:10.5430/jct.v5n2p76
- Butterworth, B. & Laurillard, D. (2010). Low numeracy and dyscalculia: identification and intervention. *Mathematics Education*, 42: 527-539.
- Cipora, K., Willmes, K., Szwarc, A., & Nuerk, H. C. (2017). Norms and Validation of the Online and Paper-and-Pencil Versions of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) for Polish Adolescents and Adults, *Journal of Numerical Cognition*, 3 (3): 667-693.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S. (2000). Cerebral Bases of Number Processing and Calculation. *Cognitive Neurosciences*, 68, 987 – 999.

- Dietrich, J. F., Huber, S., Moeller, K., & Klein, E. (2015). The influence of math anxiety on symbolic and non-symbolic magnitude processing. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 1621. doi:10.3389/fpsyg.2015.01621
- Dowker, A. (2005). Individual differences in arithmetic. Implications for psychology, neuroscience and education. Hove, UK: Psychology Press.
- DSM-IV-TR, Editura Asociației Psihiatrilor Liberi din România, București, 2003.
- Evans, M. (2008). Underlying cognitive processes in reading, math and comorbid reading and math learning disabilities. Library and Archives Canada, Waterloo, Ontario.
- Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345-362.
- Hopko, D., Mahadevan, R., Bare, R. & Hunt, M. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, Validity, and Reliability. *Assessment*, vol. 10, no. 2, 178-182.
- Levine, M., Lindsay, R. & Reed, M. (1992). The Wrath of Math. Deficiencies of Mathematical Mastery in the School Child. *Development and Behavior: Older Children and Adolescents*, vol. 31, no. 3, pp. 525-536.
- Luken, M., & Yancosek, K. E. (2017). Effects of an Occupational Therapy Hand Dominance Transfer Intervention for Soldiers With Crossed Hand –Eye Dominance. *Journal of Motor Behaviour*, 49, pp. 78-87.
- Maloney, E., Risko, E., Ansari, D. & Fugelsang, J. (2010). Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration. *Cognition*, 114, 293 – 297.
- Moyer, R.S. and Landauer, T.K. (1967) Time required for judgments of numerical inequality. *Nature* 215, 1519–1520.
- Petrovici, C. (2014). Didactica matematicii pentru învățământul primar, Polirom, Iași.
- Dondio, P., Gusev, V., Rocha, M. (2023). Do games reduce maths anxiety? A meta-analysis, *Computers & Education*, Vol. 194, 104650, ISSN 0360-1315, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104650>.
- Phillips, R. S., Horstman, T., Vye, N., & Bransford, J. (2014). Engagement and games for learning: Expanding definitions and methodologies. *Simulation and Gaming*, 45, 548–568. <https://doi.org/10.1177/1046878114553576>
- Primi, C., Busdraghi, C., Tomasetto, C., Morsanyi, K., & Chiesi, F. (2014). Measuring math anxiety in Italian college and high school students: Validity, reliability and gender invariance of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). *Learning and Individual Differences*, 34, 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.05.012>
- Raja, W., Kumar, P. (2011). Findings of Studies on Dyscalculia – a Synthesis. *Journal on Educational Psychology*, vol. 5, no. 3, pp. 41-50.
- Ramirez, G., Hooper, S. Y., Kersting, N. B., Ferguson, R. & Yeager, D. (2018). Teacher Math Anxiety Relates to Adolescent Students' Math Achievement. *AERA Open* January-March 2018, Vol. 4, No. 1, pp. 1–13 DOI: 10.1177/2332858418756052.
- Rasanen, P., Salminen, J., Wilson, A., Aunio, P., & Dehaene, S. (2009). Computer assisted intervention for children with low numeracy skills. *Cognitive Development*, doi:10.1016/j.cogdev.2009.09.003.
- Richardson, F. & Suinn R. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric Data. *Journal of Counseling Psychology*, vol. 19, no. 6, pp. 551-554.

- Sîrbu, C. & March, J. (2010). MASC: Multidimensional Anxiety Scale for Children = Scala Multidimensională de Anxietate pentru Copii, Cluj-Napoca, Sinapsis.
- Soares, N., & Patel, D. R. (2015). Dyscalculia. *International Journal of Child and Adolescent Health*, 8(1), 15–26.
- Tobias, S., & Weissbrod, C. (1980). Anxiety and mathematics: an update. *Harvard Educational Review*, 50(1), 63-70.
- Vahedi, S., & Farrokhi, F. (2011). A confirmatory factor analysis of the structure of abbreviated math anxiety scale. *Iranian Journal of Psychiatry*, 6(2), 47-53.
- Wilson, A., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S., Cohen, L., Cohen, D. (2006). Principles underlying the design of „The Number Race”, an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioural and Brain Functions*, 2:19.
- Wilson, A., Revkin, S., Cohen, D., Cohen, L. D., Dehaene, S. (2006). An open trial assessment of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia.. *Behavioral and Brain Functions*, BioMed Central, 2, pp.20. [10.1186/1744-9081-2-20](https://doi.org/10.1186/1744-9081-2-20). [inserm-00089835](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16888835/)