

**PN-III-P1-1.1-TE-2016-2107**

63/02.05.2018

*Diminuarea anxietății de matematică în perioada școlară timpurie: O intervenție de tip tutoring cognitiv versus antrenamentul memoriei de lucru în dezvoltarea conceptului de număr.*

[www.miminanx.ro](http://www.miminanx.ro)

**Raport științific**

2018

Pentru anul 2018, primul obiectiv al proiectului presupune (1) clarificarea relației dintre anxietatea față de matematică și performanța matematică în perioada școlară timpurie. Investigând copii cu vârste între 7 și 9 ani, studiile noastre își propun să analizeze specific dezvoltarea timpurie a anxietății față de matematică în relație cu aspecte esențiale ale performanței matematice (dezvoltarea unui simț numeric și performanța timpurie la matematică) pentru a elucida relațiile cauzale dintre acestea.

În această etapă proiectul se centrează și pe (2) investigarea mecanismelor implicate în dezvoltarea simțului numeric în relație cu anxietatea față de matematică și maleabilitatea acestora la intervenție. Totodată, ne-am propus (3) să investigăm relația dintre anxietatea față de matematică și diferențe inter-individuale în alte forme de anxietate (de testare sau anxietatea ca trăsătură) precum și (4) găsim cele mai potrivite metode pentru a evalua și investiga semnele timpurii ale anxietății față de matematică.

Conform cu primul obiectiv, am realizat o sinteză teoretică, detaliată în secțiunea I a acestui raport. Pentru obiectivele 2, 3 și 4 am tradus și adaptat multiple scale de anxietate față de matematică, începând implementarea unui studiu detaliat în secțiunea II. Totodată, obiectul 2 este curpins și într-un studiu colateral axat pe anxietate și procesare mnezică, cu implicații pentru anxietatea față de matematică, detaliat în secțiunea III.

## **I. SINTEZĂ A DEZVOLTĂRII ANXIETĂȚII FAȚĂ DE MATEMATICĂ ÎN RELAȚIE CU PERFORMANȚA MATEMATICĂ**

Anxietatea față de matematică este o problemă omniprezentă în educație, necesitând atenție atât din partea cadrelor didactice cât și cercetătorilor pentru a ajuta elevii să-și atingă maximul potențial academic. Succesul elevilor la matematică este în strânsă legătură cu atitudinile acestora despre materie. Pentru a avea succes elevii ar trebui să considere materia ca fiind plăcută, utilă și valorosă, dar din nefericire mulți elevi nu au astfel de atitudini, în schimb foarte mulți dintre ei dezvoltă o anxietate față de matematică. Din cele 65 de țări care au participat în 2012 la Programul de evaluare internațională a elevilor (PISA), 33% dintre elevii de 15 ani, au raportat sentimente de neajutorare/neputință atunci când au de rezolvat probleme de matematică (Ramirez, Shaw & Maloney, 2018).

Anxietatea de matematică se referă la sentimente de frică, tensiune și îngrijorare pe care mulți oameni le resimt când fac activități care implică matematica (Ashcraft, 2007). Pentru un elev care are anxietate de matematică, această materie creează mai mult decât un sentiment de neliniște sau îngrijorare; anxietatea afectează și psihofiziologia copilului, astfel apare o intensificare a ritmului cardiac (inima elevului bate mai tare), a conductanței electrice (apare transpirația la nivelul palmelor). Unii elevi au dureri fizice (acuză dureri de burtă), iar nivelul hormonului de stres, cortizolul, crește considerabil. Conform studiilor, anxietatea față de matematică își face apariția în clasele primare, iar dacă nu este tratată, ea escaladează până la nivelul liceului.

## *Apariția anxietății față de matematică.*

Teoriile curente care explică apariția anxietății de matematică susțin că aceasta se dezvoltă din cauza **abilităților matematice slabe, predispozițiilor genetice și/sau factorilor socio-culturali.**

Ma și Xu (2004) au constatat faptul că anxietatea de matematică mai mare la elevi prezice o performanță la matematică mai mică, efectul păstrându-se pe parcursul mai multor ani. De asemenea, efectul este și invers: rezultatele mai slabe la matematică prezic o creștere a anxietății de matematică. Aceste studii sugerează că anxietatea de matematică timpurie este capabilă să reducă substanțial performanța matematică ulterioară. În 2014, Wang și colaboratorii au publicat un studiu care a căutat să răspundă la întrebarea cum contribuie genetica la anxietatea de matematică. Cercetătorii au examinat anxietatea de matematică pe un eșantion de frați gemeni adolescenți și au constatat că factorii genetici reprezentau aproximativ 40% din variația anxietății de matematică. Wang și colab. (2014) susțin că anxietatea de matematică este influențată atât de cauze genetice, cât și de factorii de risc din mediu. Deși aceste constatări subliniază rolul important pe care genele îl pot juca în susceptibilitatea elevului la anxietate de matematică, la fel de important de înțeles este faptul că factorii de mediu contribuie la declanșarea și exacerbarea anxietății de matematică (Ramirez, Shaw & Maloney, 2018). Odată instalată, anxietatea de matematică începe să genereze o serie de gânduri negative și ruminări. Adesea aceste gânduri se referă la consecințele eșecului în sarcinile matematice (Ashcraft & Kirk, 2001). Astfel, când cei cu un nivel ridicat de anxietate de matematică se angajează în sarcini matematice în mintea lor se petrec simultan două lucruri. În primul rând creierul lor se ocupă de a menține sub control gândurile negative despre eșec care apar, iar în al doilea rând încearcă să se concentreze spre a rezolva problemele matematice. Așadar, resursele care ar trebui îndreptate spre rezolvarea sarcinii sunt consumate de îngrijorările care apar în anxietatea de matematică.

Memoria de lucru, așa cum este definită de Baddeley (2012), este un sistem al creierului care permite în mod simultan amintirea informației și manipularea ei. Literatura de specialitate susține faptul că succesul în matematică este adesea dependent de resursele memoriei de lucru. De exemplu, memoria de lucru este implicată în matematică atunci când elevul realizează un exercițiu, urmărește rezultate preliminare și combină diferite operații pentru a obține un rezultat. (Passolunghi & Pazzaglia, 2005). Memoria de lucru joacă un rol important și în procesul de învățare, de exemplu, în învățarea relației dintre număr și simbol. Dovezi suplimentare în favoarea importanței memoriei de lucru la elevi au fost furnizate prin studii longitudinale, care urmăresc aceiași copii de-a lungul mai multor ani. Performanța memoriei de lucru la preșcolari a prezis succesul la matematică la mai mulți ani după această măsurătoare (Nelwan, Vissers & Kroesbergen, 2018).

Anxietatea de matematică este un fenomen cu o etiologie complexă care atrage după sine o serie de consecințe negative. Are impact asupra tuturor vârstelor, dezvoltându-se la copiii mici și afectând adulții mai în vârstă. Anxietatea față de matematică este relaționată cu scăderea rezultatelor matematice și emoții negative față de această materie (Ramirez et al., 2018).

## Programe de tutoring

În ultimele decenii au fost create programe de tutoring cognitiv cu scopul de a îmbunătăți competențele matematice ale copiilor de diferite vârste, fiind utilizate atât în clasă, cât și individual (de tip unu-la-unu) (Supekar et al., 2015; Powell et al., 2009; Fuchs et al., 2008). Unele dintre acestea utilizează tutori umani, în timp ce altele au optat pentru varianta mediată tehnologic. Spre exemplu, Topping și colaboratorii (2004) propun un program clasic, „*Duolog Maths*”, care oferă un cadru ce îmbină diade de învățare: copii de aceeași vârstă, părinți cu copii, profesori asistenți cu elevi, voluntari cu elevi. Este indicată existența unor diferențe la nivelul cunoștințelor de matematică, astfel încât copiii să poată acumula cunoștințe în mod eficient. Structura comportamentală propusă este următoarea: (1) ascultare, (2) citire, (3) adresare de întrebări, (4) gândire cu voce tare, (5) punere în aplicare, (6) verificare, (7) laudă, (8) sumarizare și generalizare. Totuși, pe baza acestor elemente se pot crea și interacțiuni mediate tehnologic, adaptate criteriilor lumii digitale (Subramanya & Farahani, 2012).

Un alt program de tutoring cunoscut este *MathWise* (Fuchs et al., 2013; 2008; Powell et al., 2009), care îmbină instrucțiuni conceptuale cu reamintirea rapidă a unor concepte matematice. În cadrul studiului derulat de Fuchs și colab (2013), copii de clasa I au participat timp de 6 săptămâni la ședințe de câte 30 de minute ce utilizau programul *MathWise*, scopul fiind acela de a dobândi cunoștințe despre numere, utilizând forme contrastante de practică. Pe de o parte erau exercițiile „*non-speeded*”, care vizau relații și principii utilizate de copii atunci când nu erau siguri de răspuns, dar și pentru a corecta erori, iar pe de alta „*speeded*” pentru a promova fluenta prin învățarea unor strategii eficiente și rapide de a rezolva sarcinile. Intervențiile care implementau aceste programe s-au dovedit a fi eficiente și oferă rezultate promițătoare.

Totuși, există un număr limitat de studii care au investigat modalitatea în care expunerea repetată la stimuli matematici și training-ul adecvat ar putea reduce anxietatea față de matematică. Unul dintre puținele studii care au investigat această ipoteză îi aparține lui Supekar și colab. (2015). Aceștia au urmărit dacă în urma parcurgerii unui program de training cognitiv individual intensiv va exista o diminuare a anxietății față de matematică. Au fost implicați copii de clasa a III-a, considerându-se că acela este un moment relevant pentru debutul acestui tip de anxietate. Programul a fost o variantă adaptată a *MathWise*, alcătuit din 22 de lecții de dificultate diferită și cu o durată de 8 săptămâni. Primele 4 lecții s-au focalizat pe adunări și scăderi cu operatori simpli, scopul fiind acela de a le reaminti copiilor conceptele respective, precum și de a-i obișnui cu manipularea mentală a conceptelor matematice. Următoarele lecții au urmărit dezvoltarea competențelor de calcul rapid, precum și utilizarea unor operatori mai complecși, iar gradul de dificultate al exercițiilor a crescut treptat. Au fost folosite atât elemente de tutoring ce implică direct interacțiune umană, cât și elemente de joc computerizate. Rezultatele indică faptul că expunerea repetată la stimuli matematici poate reduce anxietatea față de matematică, cercetătorii observând totodată o remediare a răspunsurilor aberante, precum și a conectivității în circuitele relaționate cu emoțiile din amigdală. Acest lucru susține o abordare bazată pe expunere, congruentă cu cele ale terapiilor pentru alte tipuri de tulburări de anxietate. Totuși, Sokolowski & Necka (2016) atrag atenția cu privire la principala limitare a acestui studiu: copiii nu au fost incluși în studiu pe baza nivelurilor de anxietate față de matematică, ceea ce

reduc generalizabilitatea rezultatelor. De aceea, autorii consideră că sunt necesare studii suplimentare pentru a putea înțelege mai bine cum și de ce intervențiile ce utilizează MathWise pot ameliora anxietatea față de matematică.

Anderson (1996) consideră că un tutor cognitiv poate fi reprezentat și de către o tehnologie instrucțională ce poate fi accesată prin intermediul calculatorului. Instrucțiunile au la bază un model cognitiv al competențelor pe care utilizatorul dorește, respectiv este rugat să le învețe. De asemenea, sistemul deține un model computațional capabil să rezolve problemele în aceleași modalități în care ne așteptăm ca acestea să fie soluționate de către o persoană reală.

Alte tipuri de programe de training sunt cele care urmăresc evaluarea competențelor matematice, analiza modalităților de învățare, precum și oferirea experienței educaționale în sine utilizând aceste modalități de tutoring cognitiv. Programele diferă sub aspectul calității conținutului matematic oferit, a feedback-ului, respectiv eșafodajului pe care utilizatorul îl primește, a varietății interacțiunilor, dar și a adaptabilității lor (Cayton-Hodges, Feng & Pan, 2015). În această categorie intră majoritatea aplicațiilor ce pot fi utilizate pe telefon, tabletă (Handal et al., 2013; Larkin, 2013), precum și cele pentru computer, în versiune online sau offline (ex.: *Khan Academy*, *MathBlaster*, *Math Pickle*, *A+Click*, *Mathspring*, *Animal Watch*, *4MALITY*). Printre principalele avantaje ale acestor programe se numără diversitatea, accesibilitatea, precum și aspectul interactiv și pe placul copiilor. Cu toate acestea, majoritatea prezintă o validitate empirică redusă, existând puține studii care să le fundamenteze teoretic. Totuși, cercetările care au utilizat astfel de programe indică o anumită îmbunătățire a competențelor matematice, precum și crearea unei atitudini pozitive față de matematică (Ke, 2012; Ke, 2008;). De asemenea, s-a observat că utilizarea tehnologiei promovează învățarea matematicii în cazul copiilor de clase primare și gimnaziale (Li & Ma, 2010). În cazul programului online de tutoring 4MALITY, spre exemplu, s-a observat că elevii care l-au utilizat au dezvoltat strategii practice de rezolvare de probleme, atât în clasă cât și în situații de evaluare, precum și o capacitate de analiză mai ridicată și timp de răspuns mai redus în rezolvarea de probleme de matematică. Din păcate, până la momentul actual nu au fost utilizate astfel programe de training care să se focalizeze prioritar pe reducerea anxietății față de matematică.

Luând în considerare aspectele teoretice referitoare la anxietatea față de matematică și strategiile eficiente din programele de training anterioare am început dezvoltarea a două jocuri computerizate, online: *SpaceNumber*, un program de tutoring cognitiv și *SpaceMem*, un program de training al memoriei de lucru. Ambele programe de antrenament sunt menite să reducă anxietatea față de matematică, ținând mecanisme diferite, și le vor fi prezentate elevilor sub forma unor jocuri în care pot explora 7 planete diferite, pe parcursul a 8 săptămâni.

## **II. RELAȚIA DINTRE ANXIETATEA DE MATEMATICĂ, ANXIETATEA CA TRĂSĂTURĂ ȘI ANXIETATEA DE TESTARE: ADAPTAREA ȘI VALIDAREA DE INSTRUMENTE**

Cele mai des întâlnite instrumente pentru evaluarea anxietății față de matematică presupun auto-evaluare din partea copiilor, având în vedere că acest construct se bazează pe experiența fenomenologică. Pe baza sintezei teoretice realizată anterior am

selectat cele mai potrivite scale pentru evaluarea anxietății față de matematică, pe care le-am tradus și adaptat și modificat pe baza curriculumului național.

Astfel am adaptat următoarele instrumente pentru a măsura anxietatea de matematică:

- Scale for Early Mathematics Anxiety(SEMA; Wu et al., 2012)
- The modified Abbreviated Math Anxiety Scale(mAMAS; Carey et al., 2017)

Acestor instrumente am adăugat:

- The Children's Test Anxiety Scale (CTAS; Wren & Benson, 2004) – pentru a măsura anxietatea de testare
- Revised Children's Anxiety and Depression Scale (RCADS; Chorpita et al., 2000) – pentru a măsura anxietatea ca trăsătură

Conform cu obiectivele pentru acest an, în acest studiu ne propunem să să investigăm relația dintre anxietatea față de matematică și diferențe inter-individuale în alte forme de anxietate (de testare sau anxietatea ca trăsătură) precum și găsim cele mai potrivite metode pentru a evalua și investiga semnele timpurii ale anxietății față de matematică.

Am recrutat un eșantion preliminar de 150 de copii cu vârste între 8 și 11 ani am și instruit asistenți de cercetare care să aplice instrumentele adaptate în evaluarea acestor copii. Astfel, colectarea datelor pentru acest studiu este în desfășurare.

### **III. SIMPTOME DE INTERNALIZARE ȘI MEMORIA DE LUCRU VERBALĂ LA ELEVII: O ANALIZĂ A EFICIENȚEI PROCESĂRII\***

\*Acest studiu a fost acceptat de curând și publicat online în *International Journal of Psychology*: Opriș, A., Cheie, L., Trifan, C., & Visu-Petra, L. (2018) Internalizing symptoms and verbal working memory in school-age children: A processing efficiency analysis. *International Journal of Psychology*. DOI:10.1002/ijop.12537

Acest studiu a urmărit extinderea literaturii limitate cu privire la variațiile tipice ale relației dintre diferențele individuale în anxietate și depresie comparativ cu memoria de scurtă durată (MSD)/ memoria de lucru (ML) la copiii de vârstă școlară. Din cunoștințele noastre, acesta este primul studiu în care relația dintre diferite simptome de internalizare și performanța verbală MSD/ML este evaluată la un nivel detaliat de eficiență (microanaliză a timpului de răspuns) și acuratețe, într-un design unitar. Ne așteptăm la: (1) o relație puternică între simptomele de internalizare și sarcina mai grea pentru ML, comparativ cu sarcinile mai simple de stocare a informației pentru MSD. Pe baza efectelor anterior raportate în literatura de specialitate privind anxietatea ca trăsătură, ne așteptăm la (2): o relație puternică între simptomele de anxietate și eficiența copiilor în ceea ce privește performanța, comparat cu eficiența la sarcinile MSD.

De asemenea, pornind de la rezultatele care prezintă contribuții diferite ale anxietății ca stare versus ca trăsătură asupra funcționării memoriei (Ng & Lee, 2015, ne așteptăm la (3): o asociere mai mare între performanța memoriei în termeni de eficiență și acuratețe cu anxietatea ca trăsătură, și invers proporțională cu anxietatea ca stare.

Mai mult, pe baza rezultatelor din literatură (Owens, Stevenson, Hadwin & Norgate, 2012b) ne așteptăm ca (4): simptomele depresive mai pregnante să fie asociate negativ cu performanța la sarcina ML (acuratețe și eficiență). În cele din urmă, (5): ne așteptăm ca simptomele de internalizare să prezinte o asociere mai puternică cu sarcinile mai solicitante din punct de vedere executiv – intervale (preparatorii, pauze între cuvinte), compatativ cu probele mai puțin solicitante din punct de vedere executiv, indicator de eficiență, durata cuvintelor.

## Metode

Eșantionul a fost format din 124 de copii cu vârstă școlară, din două școli publice din nord-vestul României ( $N = 125$ ,  $M = 11.44$  ani,  $SD = 0.54$ ; 75 fete). În ceea ce privește nivelul de educație al părinților, 58,7% dintre mame au obținut cel puțin o diplomă de licență, 41,3% au absolvit liceul.

### Instrumente

Simptome de internalizare:

- The *State-Trait Anxiety Inventory for Children* (STAI-C; Spielberger, 1973).
- The *Child Depression Inventory* (CDI, Kovacs, 1992).

Capacitatea memoriei:

- Două sarcini din bateria standardizată AWMA (Alloway, 2007; Visu-Petra et al., 2011 – Romanian adaptation) pentru a evalua memoria verbală de scurtă durată și memoria de lucru: *Word Span*, și *Listening Span*.
- *Scoruri agregate span*. S-a calculat o măsurătoare sensibilă a acurateții performanței, prin examinarea preciziei răspunsului copiilor de-a lungul lungimii listei pentru fiecare măsurătoare a memoriei, urmând procedura descrisă de (Cowan et al., 2003). Spre deosebire de însumarea răspunsurilor corecte ale fiecărui participant, această metodă permite determinarea listei de span până la care poate ajunge fiecare copil.
- *Microanaliza timpului de răspuns*. Viteza de răspuns a copiilor la segmentele verbale reprezintă un indicator al eficienței performanței. Urmând metodologia lui (Cowan et al., 2003), am analizat afișarea oscilografică a răspunsului verbal, utilizând un editor de limbaj (Cool Edit Pro, v.2.1).

## Rezultate

Mai întâi am testat influența genului asupra acurateții performanței și am constatat o diferență semnificativă la *Word span*  $F(1, 121) = 6.10$ ,  $p = .01$ , indicând faptul că fetele ( $M = 3.31$ ,  $SD = 0.79$ ) au avut o performanță mai bună decât băieții ( $M = 2.90$ ,  $SD = .97$ ). Privind eficiența performanței, fetele au petrecut mai puțin timp reamintindu-și cuvintele ( $M = 1423.13$ ,  $SD = 613.61$ ), în comparație cu băieții, la sarcina *Listening span* ( $M = 1686.83$ ,  $SD = 639.37$ ),  $F(1, 93) = 4.03$ ,  $p = .047$ .

Pentru a prezice acuratețea performanței, am inclus anxietatea ca trăsătură și pe cea ca stare în pasul 1 (pentru *Word span*, genul a fost inclus în pasul 1), precum și scorurile la depresie (pasul 2), ca potențiali predictorii (vezi Tabelul 1 pentru rezultatele regresiei).

**Table 1.** Analiza de regresie pentru acuratețea performanței (aggregate span)

Pas/ Variabilă	Rezultat									
	Word span (N = 123)			Nonword span (N = 124)			Listening span (N = 124)			
	B	SE	$\beta$	B	SE	$\beta$	B	SE	$\beta$	
Pas 1	Constantă	3.31	.09							
	Gen	-.41	.16	<b>-.23*</b>						
	$R^2$ ( $\Delta F$ )	.05 (6.52*)								
Pas 2 (1)	Constantă	8.13	1.31		3.88	1.04		5.74	1.10	
	Gen	-.36	.16	<b>-.20*</b>						
	Anxietatea ca trăsătură	ca -.53	.33	-.14	-.33	.28	-.11	-.75	.24	<b>-.25**</b>
	Anxietatea ca stare	ca -.90	.39	<b>-.21*</b>	-.08	.27	-.02	-.19	.31	-.05
	$R^2$ ( $\Delta F$ )	0.13 (5.50**)			0.016 (1.01)			0.076 (4.99**)		
Pas 3 (2)	Constantă	7.46	1.92		4.25	1.32		5.27	1.23	
	Gen	-.35	.16	<b>-.19*</b>						
	Anxietatea ca trăsătură	ca -.43	.39	-.11	-.39	.32	-.13	-.67	.26	<b>-.22**</b>
	Anxietatea ca stare*	ca -.81	.43	-.18	-.12	.29	-.04	-.13	.32	-.04
	Depresia	-.02	.03	-.07	.01	.01	.05	-.01	.02	-.06
	$R^2$ ( $\Delta F$ )	0.13 (.51)			0.019 (.29)			0.079 (.42)		

Notă: Sexul feminin a fost un indicator de referință pentru predictorul Gen;

\*Anxietatea ca stare scor pre-test;

Cei trei predictorii (anxietatea ca stare, ca trăsătură și depresia) au fost transformați logaritmic;

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

### *Eficiența memoriei de scurtă durată*

Varianța în eficiența performanței (intervale de pregătire) la Word span nu a fost explicată de către niciunul dintre predictorii. La sarcina Word span, în pauzele dintre cuvinte, anxietatea ca trăsătură sau stare nu au adus o contribuție semnificativă modelului. Depresia a reprezentat un predictor pozitiv semnificativ,  $\beta = .24$ ,  $p = .033$  ( $sr^2 = .05$ ) indicând faptul că o creștere cu 1% a anxietății ca trăsătură prezice o creștere de 0,63 milisecunde (95% Bca CI [7.65, 118.22]). Când am adăugat depresia ca predictor, în ultima etapă, anxietatea ca trăsătură nu a mai fost semnificativă ( $p = .08$ ). În plus, anxietatea ca stare și depresia nu au fost predictorii semnificativi.

Anxietatea ca stare a reprezentat un predictor pozitiv pentru sarcinile de Nonword span, în intervalele pregătitoare,  $\beta = .27$ ,  $p = .047$  ( $sr^2 = .06$ ) indicând faptul că o creștere de 1% a anxietății ca stare prezice o creștere de 1.92 milisecunde (95% Bca CI [16.83, 371.71]). Atunci când depresia a fost introdusă în acest model, anxietatea ca stare nu a rămas un predictor semnificativ ( $p > .06$ ). Anxietatea ca stare și depresia nu au adus o contribuție semnificativă acestui model. Anxietatea ca stare a



fost, de asemenea, un predictor pozitiv marginal semnificativ pentru sarcina Nonword span în pauzele dintre cuvinte,  $\beta = .22$ ,  $p = .057$  ( $sr^2 = .04$ ), indicând faptul că o creștere de 1% a anxietății ca stare prezice o creștere a pauzelor dintre cuvinte de 1,04 milisekunde (95% Bca CI [1.14, 193.98]). Atunci când scorurile de depresie au fost adăugate acestui model, contribuția anxietății ca stare nu a mai fost semnificativă ( $p = .072$ ). În ceea ce privește durata cuvântului, anxietatea ca trăsătură, aceasta s-a dovedit a fi singurul predictor semnificativ,  $\beta = .20$ ,  $p = .049$  ( $sr^2 = .03$ ), indicând faptul că o creștere cu un procent de 1% a anxietății ca trăsătură prezice o creștere a duratei cuvântelor spuse de către copii de .48 milisekunde (95% Bca CI [2.65, 93.41]). Atunci când am adăugat depresia în etapa următoare, anxietatea ca trăsătură a rămas semnificativă ( $p = .044$ ). Scorurile la anxietatea ca stare și depresie au fost predictori nesemnificativi.

### *Eficiența memoriei de lucru*

Pentru rezultatele regresiei care prezic intervalele de pregătire, pauzele dintre cuvinte și durata la sarcina Listening span vezi Tabelul 2.

**Tabelul 2.** Analiza de regresie pentru eficiența performanței la Listening span

Pas/ Variabilă	Rezultat									
	Intervale de pregătire (N = 95)			Pauze dintre cuvinte (N = 96)			Durata cuvântului (N = 96)			
	B	SE	$\beta$	B	SE	$\beta$	B	SE	$\beta$	
Pas 1	Constantă	1423.13	80.23							
	Gen	263.69	129.93	.20*						
	$R^2$ ( $\Delta F$ )	.04 (4.03*)								
Pas 2 (1)	Constantă	-2117.11	1552.35		-1726.29	896.05		277.58	173.96	
	Gen	259.47	132.46	.20†						
	Anxietatea ca trăsătură	268.55	258.78	.09	461.65	227.13	.26 †	16.38	34.44	.047
	Anxietatea ca stare*	793.84	426.03	.25†	180.20	237.09	.09	42.04	48.56	.10
	$R^2$ ( $\Delta F$ )	.12 (4.49*)		.09 (4.85**)		.01 (.77)				
Pas 3 (2)	Constantă	-1050.86	1932.56		-2149.76	974.53		331.93	194.73	
	Gen	262.82	132.06	.20†						
	Anxietatea ca trăsătură	93.27	273.82	.03	531.74	258.97	.31†	7.38	39.13	.02
	Anxietatea ca stare*	662.42	471.40	.20	231.81	229.28	.12	35.42	49.27	.08
	Depresia	30.38	20.37	.16	-12.01	14.70	-.11	1.54	3.01	.06
	$R^2$ ( $\Delta F$ )	.14 (2.12)		.10 (.83)		.02 (.31)				

Notă: Sexul feminin a fost un indicator de referință pentru predictorul Gen;

\* Anxietatea ca stare scor pre-test;

Cei trei predictorii (anxietatea ca stare, ca trăsătură și depresia) au fost transformați logaritmici;

†  $p < .06$ , \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

## Concluzii

În primul rând, rezultatele au arătat că anxietatea ca trăsătură este un predictor negativ robust al performanței copiilor, mai ales atunci când sarcina impune cerințe mai mari asupra proceselor executive centrale (ex. ML). În astfel de cazuri, s-a constatat că anxietatea ca trăsătură afectează atât performanța copiilor în ceea ce privește acuratețea cât și eficiența (Visu-Petra, Cheie, Benga & Alloway, 2011). Cu toate acestea, contribuția negativă a anxietății ca trăsătură a fost, de asemenea, evidentă la unii dintre indicatorii de eficiență ai MSD (ex. durata cuvintelor). Astfel, rezultatele noastre arată că anxietatea ca trăsătură este un predictor robust al performanței mai slabe a copiilor în ceea ce privește ML, extinzându-se la nivelul acurateții capacității ML. Rezultatele sugerează, de asemenea, faptul că un nivel mai ridicat al anxietății ca trăsătură la copii poate fi considerat un predictor specific al acurateții și eficienței MSD. Cu toate acestea, atunci când s-au adăugat scorurile de depresie în model, multe efecte legate de anxietate au devenit nesemnificative, sugerând faptul că, la această vârstă, simptomele de anxietate și depresie nu sunt puternic diferențiate (Garber & Weersing, 2010), iar afectivitatea negativă comună ar putea fi responsabilă pentru deficitul MSD/ML, anterior atribuite deficitelor create de anxietate. Scorurile privind depresia au fost asociate doar cu pauzele inter-cuvinte, sugerând faptul că depresia ca trăsătură a copiilor ar putea să nu joace un rol semnificativ în explicarea variațiilor în ML a copiilor mai presus decât influența anxietății ca trăsătură/stare; deteriorările ML ar putea fi mai prevalente/răspândite în grupurile cu depresie de nivel clinic. Foarte important, totuși, este faptul că toate simptomele de internalizare au prezis o performanță mai slabă la reactualizarea cunoștințelor în memorie în timpul intervalelor "silenzioase" (ex. Pauze inter-cuvinte), sugerând faptul că rolul negativ al simptomelor este evident la sarcini mai solicitante care implică reactualizarea informațiilor din memorie. Astfel, studiul evidențiază atât contribuția comună cât și diferențială a anxietății ca stare, ca trăsătură și a simptomelor depresive asupra MSD/ML la copii, subliniind necesitatea de a măsura atât acuratețea cât și eficiența pentru a determina rolul pe care aceste simptome îl joacă în performanța copiilor.

Rezultatele noastre pot aduce contribuții viitoarelor programe de intervenție și prevenție menite să îmbunătățească ML pentru a reduce, în primul rând, simptomele de anxietate (Hadwin & Richards, 2016) cu implicații pentru o performanță academică mai bună (Owens, Stevenson, Hadwin & Norgate, 2012b) precum și pentru adaptarea școlară a copiilor. Copiii care prezintă niveluri ridicate de anxietate și depresie ca trăsătură și au o capacitate de actualizare mai mică ar putea beneficia cel mai mult de aceste intervenții (Owens et al., 2012b). Rezultatele actuale evidențiază circumstanțele specifice în care simptomele de internalizare sunt legate în mod negativ de eficiența de stocare și actualizare mnezică, oferind o perspectivă unică asupra asocierilor cu aceste abilități cognitive la copiii de vârstă școlară.

## **Bibliografie:**

- Alloway, T. P. (2007). *The automatic working memory assessment (AWMA)*. London: Harcourt Assessment.
- Anderson, J., R., Corbett, A., T., Koedinger, K., R., Pelletier, R., (1996) Cognitive Tutors: Lessons Learned, United States Army, Research Institute for Behavioral and Social Sciences;
- Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of experimental psychology: General*, 130(2), 224.
- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic bulletin & review*, 14(2), 243-248.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, 1-29.
- Cayton-Hodges, G. A., Feng, G., Pan, X. (2015). Tablet-Based Math Assessment: What Can We Learn from Math Apps? *Educational Technology & Society*, 18 (2), 3–20.
- Cowan, N., Towse, J.N., Hamilton, Z., Sauls, J.S., Elliott, E.M., Lacey, J.F.,... Hitch, G.J. (2003). Children's working memory processes: A response-timing analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(1), 113 –132. doi: 10.1037/0096-3445.132.1.113
- Fuchs, L.,S., Geary, D.,C., Compton, D.,L., Fuchs, D., Schatschneider, C., Hamlett, C.,L., Deselms, J, Seethaler, P.,M., Wilson, J., Craddock, C.,F., Bryant, J.,D, Luther, K., Changas, P., (2013) Effects of first-grade number knowledge tutoring with contrasting forms of practice, *J Educ Psychol* 105:58 –77;
- Fuchs, L., S., Powell, S.,R., Hamlett, C.,L., Fuchs, D., Cirino, P.,T., Fletcher, J.,M. (2008) Remediating computational deficits at third grade: a randomized field trial, *J Res Educ Eff* 1:2–32;
- Garber, J., & Weersing, V. R. (2010). Comorbidity of anxiety and depression in youth: Implications for treatment and prevention. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 17(4), 293–306. doi: 10.1111/j.1468-2850.2010.01221.x
- Hadwin, J. A., & Richards, H.J. (2016) Working Memory Training and CBT Reduces Anxiety Symptoms and Attentional Biases to Threat: A Preliminary Study. *Front. Psychol.* 7:47. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00047
- Handal, B., MacNish, J., Petocz, P., (2013) Adopting Mobile Learning in Tertiary Environments: Instructional, Curricular and Organizational Matters, *Educational Sciences*, 3:359-374;
- Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay? *Computers & Education*, 51(4), 1609-1620;
- Ke, F. (2013). Computer-game-based tutoring of mathematics. *Computers & Education*, 60(1), 448-457;
- Kovacs, M. (1992). *Children's Depression Inventory*. North Tonawanda, N.Y: Multi-Health Systems.
- Larkin, K., (2013) Mathematics Education: Is there an App for that? Paper presented at the Annual Meeting of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA)
- Li, Q., Ma, X., (2010) A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning, *Educ Psychol, Rev*, 22:215-243;
- Ma, X., & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. *Journal of Adolescence*, 27(2), 165-179.
- Maloy, R., W., Edwards, S., A., Anderson, G., (2010) Teaching Math Problem Solving Using a Web-based Tutoring System, Learning Games, and Students' Writing, *Journal of STEM Education*, Volume 11, Issue 1& 2: 82-90;
- Nelwan, M., Vissers, C., & Kroesbergen, E. H. (2018). Coaching positively influences the effects of working memory training on visual working memory as well as mathematical ability. *Neuropsychologia*, 113, 140-149.
- Ng, E.,& Lee, K. (2015). *Effects of trait test anxiety and state anxiety on children's working memory task performance*. *Learning and Individual Differences*, 40, 141–148. doi: 10.1016/j.lindif.2015.04.007.

- Owens, M., Stevenson, J., Hadwin, J. A., & Norgate, R. (2012b). Anxiety and depression in academic performance: An exploration of the mediating factors of worry and working memory. *School Psychology International*, 33(4), 433–449. doi: 10.1177/0143034311427433
- Passolunghi, M. C., & Pazzaglia, F. (2005). A comparison of updating processes in children good or poor in arithmetic word problem-solving. *Learning and individual differences*, 15(4), 257-269.
- Powell, S., R., Fuchs, L., S., Fuchs, D., Cirino, P., T., Fletcher, J., M., (2009) Effects of fact retrieval tutoring on third-grade students with math difficulties with and without reading difficulties. *Learn Dis Res Pract* 24:1–11;
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 1-20.
- Sokolowski, H., M., Necka, E., A., (2016) Remediating Math Anxiety through cognitive training: potential roles for math ability and social context, *The Journal of Neuroscience* , 36(5): 1439-1441;
- Spielberger, C. D. (1973). *Manual for the state-trait anxiety inventory for children*. Palo Alto, A: Consulting Psychologists Press.
- Subramanya, S., Farahani, A., (2012) Point-of-View Article on: Design of a Smartphone App for Learning Concepts in Mathematics and Engineering. *International Journal of Innovation Science*, Vol. 4 Issue: 3, pp.173-184;
- Supekar, K., Iuculano, T., Chen, T., Chen, L., Menon, V., (2015) Remediation of Childhood Math Anxiety and Associated Neural Circuits through Cognitive Tutoring, *The Journal of Neuroscience*, 35(36):12574-12583;
- Topping, K., J., Kearney, M., McGee, E., Pugh, J., (2004) Tutoring in mathematics: a generic method, *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 12:3, 353-370;
- Visu-Petra, L., Cheie, L., Benga, O., & Alloway, T. P. (2011). Effects of anxiety on memory storage and updating in young children. *International Journal of Behavioral Development*, 35(1), 38–47. doi: 10.1177/0165025410368945
- Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L. A., ... & Petrill, S. A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal of child psychology and psychiatry*, 55(9), 1056-1064.

Director de proiect,  
Conf. Univ. Dr. Laura Visu-Petra

