

Teorii neuropsihologice și cognitiviste ale discalculiei de dezvoltare

Characteristics of mathematic disorders. Neuropsychological and Cognitivist Theories of Developmental Dyscalculia

Vasile Radu PREDA¹

Abstract

The neuropsychological and cognitivist theories of developmental dyscalculia. This article synthesizes, on the one hand, the theoretical and empirical neuropsychological theories concerning developmental dyscalculia. The several forms of cognitive numerical representation are defined, and the roles the various forms of numerical processing and problem solving are considered. The focus is on subtypes of children with developmental dyscalculia and on particular patterns of academic deficits. The evolution of children's production (patterns of correct responses and errors) is interpreted through the model of number and calculation processing developed by neuropsychology models for development of arithmetical abilities.

Keywords: developmental dyscalculia, neuropsychology models, mathematical difficulties, numerical representation, numerical processing, educational assessment.

Specificul discalculiei de dezvoltare

Discalculia de dezvoltare intră sub cupola dificultăților de învățare (DSM-V). Discalculia afectează posibilitatea achiziționării abilităților aritmetice. Această dizabilitate se caracterizează printr-o performanță la matematică extrem de scăzută datorită afectării procesărilor numerice de bază, ale abilităților de numărare și de calcul. Elevii cu discalculie au dificultăți în înțelegerea conceptelor numerice simple, în înțelegerea intuitivă a numerelor, precum și în memorarea faptelor aritmetice și a procedurilor rezolutive.

Discalculia se asociază într-o măsură relativ mare cu alte tulburări. Gross-Tsur și colaboratorii (1996) au indicat un grad destul de ridicat de asociere a discalculiei de dezvoltare cu deficitul de atenție/hiperactivitate. La 26 % dintre copiii cu discalculie de dezvoltare se manifestau simptome specifice deficitului de atenție, cu sau fără hiperactivitate, iar

la 17 % se manifesta dislexie. De asemenea, dificultăți de învățare la matematică se întâlnesc și în epilepsie, precum și în anumite sindroame genetice - sindromul Turner, sindromul X fragil (Geary, 1993; Guidetti și Tournette, 1999).

Au fost identificate cazuri de elevi cu dificultăți de învățare a matematicii care prezentau simptome de anxietate matematică (Zborrnik, 2001, Freedman, 2006). Anxietatea matematică este un sentiment de tensiune și teamă care interferează cu manipularea numerelor și rezolvarea de probleme matematice într-o varietate de situații școlare. Miller și Bichsel (2004) au indicat faptul că și anxietatea matematică perturbă subsistemele memoriei de lucru, astfel încât se poate ajunge la un nivel care să afecteze negativ abilitatea de a rezolva chiar și simple operații matematice.

Literatura de specialitate analizează două categorii de teorii care încearcă să explice discalculia de dezvoltare: abordările care

conceptualizează discalculia de dezvoltare ca rezultat al unui deficit unic bazal și abordări care conceptualizează discalculia de dezvoltare ca rezultat al unor deficite multiple distincte. Potrivit abordărilor neuropsihologice prind deficitul unic bazal, copiii diagnosticați cu discalculie de dezvoltare prezintă dificultăți în reprezentarea mentală și manipularea (non-simbolică) a mărimilor numerice (Wilson și Dehaene, 2007; Kaufmann, 2008; Kaufmann și von Aster, 2012). Aceste teorii explică discalculia de dezvoltare prin deficite la nivelul unei capacități specializate în procesarea cantităților numerice (Dehaene și Cohen, 1995, 1997; Alte teorii consideră discalculia de dezvoltare ca fiind o rezultată a unei combinații de deficite în sisteme cognitive mai generale sau mai specifice (Gary, 2005; Buttner și Hasselhorn, 2011).

Au fost identificați elevi cu dificultăți în formarea conceptului de număr („number sense”), cu dificultăți în reprezentarea non-simbolică a numerelor, cu deficite în reprezentarea verbală simbolică, alte deficite regăsindu-se în realizarea de conexiuni între reprezentarea non-simbolică și simbolică a numerelor (Mazzocco și Myers, 2003; Butterworth, 2003, 2005) Elevii cu discalculie de dezvoltare au deficite în privința numerației, prezentând dificultăți în scrierea numerelor într-o secvențialitate (ordine) corectă și în abilitatea de a forma spațial axa numerelor (Geary și colaboratorii, 2008)

Elevii care prezintă dificultăți de învățare a matematicii, cu discalculie de dezvoltare, pot avea conservate abilitățile de procesare a numerelor simple, formate

numai din unități, dar întâmpină dificultăți în abilitățile de reprezentare și procesare a numerelor mari, precum și în înțelegerea limbajului matematic utilizând strategii rezolutive ineficiente (Fuchs și colaboratorii, 2009).

Deficitele în rezolvarea de probleme s-au regăsit la majoritatea elevilor cu discalculie. Elevii cu discalculie au dificultăți în planificare, ceea ce conduce la deficite în dezvoltarea de strategii de rezolutive. Elevii prezintă, de asemenea, perseverare sau inflexibilitate în aplicarea strategiilor rezolutive (de exemplu, continuă să folosească o strategie care nu a fost adecvată, nu o schimbă cu alte strategii adaptative). Acești elevi folosesc proceduri imature sau ineficiente de rezolvare a problemelor aritmetice, comit frecvent erori procedurale (Fuchs și colaboratorii, 2004, p. 565; Fuchs și colaboratorii, 2006, p.62). Lipsa utilizării unei strategii adecvate, a unui raționament în rezolvare, indică deficite în planificare, deficite ale memoriei de lucru, dar și deficite în cunoștințele declarative și procedurale (Truță, 2012).

Cercetări neuropsihologice privind discalculia de dezvoltare

Discalculia de dezvoltare este o tulburare structurală a abilităților matematice care își are originile într-o tulburare genetică sau congenitală a acelor părți din creier care reprezintă substratul anatomo-fiziologic direct al maturării abilităților matematice adecvate în raport cu vârsta, în absența unei tulburări concurente a funcțiilor mentale generale (Geary, 1993; Dehaene și Cohen, 1995, 1997; Butterworth, 2005).

În DSM-V (2013) se menționează că tulburările specifice din domeniul matematicii nu se explică printr-un deficit senzorial, dar pot coexista cu alte tulburări sau afecțiuni, mai ales neurologice sau neuropsihologice, cum sunt, de exemplu, disfuncțiile lobului frontal (Tabelul 1).

Tabelul 1. Repercusiuni ale unor disfuncții ale lobului frontal

Disfuncții verbale	Disfuncții non-verbale
Disfazie	Sindrom de
Dislexie	nedevelopare a
Discalculie	limbajului
lingvistică	Dispraxie
	Discalculie vizuo-spațială

Pornind de la randamentul școlar scăzut al elevilor, Rourke (1993) a propus o taxonomie a tulburărilor de învățare a aritmeticii (Tabelul 2).

Tabelul 2 - Rezultate școlare și neuropsihologice a trei grupe de copii studiați de Rourke (1993)

Rezultate școlare	Rezultate neuropsihologice
Grupa 1: Tulburări în lectură, scriere și aritmetică	Rezultate slabe la toate subtestele Coeficienții de inteligență verbală (QIV) și de performanță (QIP) scăzuți, subnormali.
Grupa 2: Tulburări în lectură și scriere	QIP > QIV Funcții vizuo-spațiale normale; Funcțiile limbajului subnormale; Funcționalitatea egală a ambelor mâini.
Grupa 3: Tulburări în domeniul aritmeticii	QIV > QIP Funcțiile limbajului normale; Funcțiile vizuo-spațiale subnormale; Mâna stângă este semnificativ alterată în privința motricității și a sensibilității tactile.

Concluziile cercetărilor neuropsihologice realizate de Rourke (1993) evidențiază următoarele aspecte: în cazul leziunii emisferei stângi (grupa 2), deficitul de la nivelul limbajului antrenează: dificultăți în înțelegerea enunțurilor; dificultăți în achiziția capacității de tratare a numerelor; dificultăți de memorare a faptelor aritmetice sau a algoritmilor.

Rourke sintetizează dificultățile întâmpinate în învățarea matematicii din cauza disfuncțiilor emisferei cerebrale stângi sau ale emisferei cerebrale drepte, realizând dihotomia: discalculie a emisferei stângi și discalculie a emisferei drepte (Tabelul 3).

Tabelul 3. Dificultăți specifice discalculiei emisferei stângi și discalculiei emisferei drepte (Rourke, 1993)

Discalculia emisferei stângi

Dificultăți:	Capacități :
În înțelegerea și producerea numerelor: De înțelegere a enunțurilor problemelor; Tratare predominant simultană a informațiilor, cu omisiuni ale detaliilor pertinente; Dificultăți în automatizarea faptelor (operațiilor) aritmetice.	Capacitate de reprezentare a numerelor prin utilizarea de materiale concrete.

Discalculia emisferei drepte

Dificultăți:	Capacități :
În conceptualizarea cantităților numerice, respectiv în: categorizare, incluziunea claselor, comparații; calcul mintal;	- cunoașterea regulilor sintactice; - tratare secvențială; - transcodare; - restituirea faptelor aritmetice;

reprezentarea mintală a datelor din enunțul problemelor;	calcul;
serieri spațiale și algoritmice;	- utilizarea calculatorului;
relații spațiale, coordonări spațiale; geometria plană, geometria analitică, trigonometrie.	- învățarea și aplicarea regulilor algebrice.

Rourke (1993) și Kaufmann (2008) arată că discalculia datorată unei leziuni a emisferei stângi se caracterizează prin: alterarea capacității de tratare numerică (înțelegerea și producerea numerelor); uitarea procedurilor; dificultăți de secvențialitate și de stocare a faptelor aritmetice.

Seron și Fayol (1994), referindu-se la tulburările de calcul, menționează unele corelații anatomo-clinice implicate în aceste tulburări:

1. leziuni posterioare, mai ales parietale stângi sau bilaterale: alexie afazică și pierderea capacității de înțelegere și producere a cifrelor izolate sau a numerelor;
2. leziuni parietale drepte: acalculie vizuo-spațială, manifestată prin erori în poziția și ordinea cifrelor, pierderea reprezentărilor topografice, hemineglijență;
3. leziuni bilaterale, mai marcante în stânga: anaritmetică – subiecții manifestând incapacitate în efectuarea operațiilor aritmetice și a procedurilor aritmetice.

Și alte cercetări neuropsihologice (Dehaene și Cohen, 1995; Dehaene, 1996) au evidențiat corelațiile anatomo-clinice implicate în domeniul matematicii. Astfel, ariile occipito-temporale bilaterale sunt

implicate în tratarea și reprezentarea numerelor arabe. Lobii frontali sunt implicați în domenii aritmetice mai complexe și în rezolvarea problemelor, prin funcționarea memoriei de lucru, a mecanismelor de planificare și a mecanismelor de control specifice funcțiilor executive. Circuitul cortico-subcortical este implicat în recuperarea faptelor aritmetice (Dehaene și Cohen, 1995, 1997; Kane și Engle, 2002).

Abordări cognitive ale discalculiei de dezvoltare

Perturbările mecanismelor cognitive evidențiate în discalculia de dezvoltare, cu repercusiuni negative în reprezentarea și utilizarea informațiilor numerice au fost analizate de diferiți cercetători (Geary, 2005; Fucs și colaboratorii, 2005; Feifer, 2007).

Cercetătorii au evidențiat la elevii cu discalculie mai multe perturbări ale proceselor cognitive implicate în învățarea matematicii.

1. Deficitele din domeniul atenție/funcții executive

deficite ale atenției selective și susținute (Zelazo și colaboratorii, 1997; Anderson, 2008; Anderson și colaboratorii, 2008)

deficite în atenția vizuală și atenția auditivă selectivă (Keller și Sutton, 1991; Kane și Engle, 2002),

2. Deficitele din domeniul vizuo-spațial:
 - deficite în evaluarea percepției corecte a direcției sau în abilitatea de a localiza un item folosind relațiile spațiale coordonate cu execuția motorie, ceea ce poate conduce la dificultăți ale elevului în a-și reprezenta spațial

numerele (Butterworth, 2005; Noël, 2007).

3. Deficite din domeniul competențelor lingvistice

- deficite ale procesării fonologice (Noël și Seron, 19930)
- deficite ale procesării semnatice (Desoete și colaboratorii, 2012),
- deficite de monitorizare, de planificare a secvențelor verbale și dificultăți de înțelegere a limbajului receptiv mai complex (Gaillard și Willadino-Braga 2001)

4. Deficite ale memoriei de lucru

- dificultăți în a produce și accesa din memorie cuvinte din categorii specifice, conducând la dificultăți în raționamentele inductive și deductive (Baddeley, 1998; Butterworth, 2005);
- deficite ale memoriei verbale și nonverbale care au la bază dificultăți în encodarea și actualizarea din memorie a informațiilor, ceea ce conduce la dificultăți în învățarea faptelor aritmetice și a secvențelor, a procedurilor mecanice, automatismelor (Badian, 1983; Seron și Fayol, 1994).

5. Deficite ale metacogniției

- în capacitatea de planificare, monitorizare, autoreglare;
- dificultăți în abilitatea de a inhiba răspunsurile neadecvate;
- deficite ale abilității de a adopta sau schimba diferite seturi cognitive (Desoete și colaboratorii, 2001):

Pentru realizarea profilului discalculiei manifestat la diferiți elevi se poate utiliza clasificarea discalculiilor elaborată de Desoete și colaboratorii (2001).

- Discalculie cu deficit la nivelul simțului numeric (“number sense”), care se

manifestă înțelegerea deficitară a semnificației numerelor, dificultăți în sarcini non- simbolice de comparare, aproximare, dar și în sarcini simbolice de comparare, adunare și scădere.

- Discalculie cu deficit la nivelul conexiunii dintre sistemele de reprezentare simbolică și cele de reprezentare non-simbolică, în care s-ar păstra același profil de performanță ca în deficitul de simț numeric, cu diferența că sarcinile non-simbolice sunt mai puțin afectate.
- Discalculie verbală, cu dificultăți în învățarea și reactualizarea faptelor aritmetice (mai cu seamă a tablei înmulțirii) și, posibil în învățarea secvenței numerice.
- Discalculie de tip atențional-spațial cu dificultăți în perceperea informației cantitative non-simbolice, în manipularea cantităților.
- Discalculie cu deficit în funcționarea executivă care s-ar manifesta prin dificultăți în reactualizarea faptelor aritmetice și în aplicarea de strategii și procedee.

Profilul academic al elevilor cu discalculie cuprinde dificultăți la nivelul următoarelor abilități: formarea, reactualizarea și aplicarea cunoștințelor numerice și aritmetice (inclusiv conceptualizarea numerică pe axa mentală, cunoștințele aritmetice factuale și procedurale), strategii de calcul aplicate greșit sau inadecvat, dificultăți în generalizarea materialului învățat, transfer scăzut sau absența transferului conținutului învățat.

În DSM-V (2013) se menționează faptul că elevii cu discalculie de dezvoltare au un retard semnificativ la testele standardizate

de matematică în raport cu colegii lor de aceeași vârstă și din aceleași clase, având repercusiuni negative în reușita școlară.

Bibliografie

- American Psychiatric Association (2013). The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5)
- Anderson, P. (2008). Towards a developmental model of executive function. In V. Anderson, R. Jacobs, P. Anderson (Red.), Executive functions and the frontal lobes. A lifespan perspective, Hove. Psychology Press: 3 – 21.
- Anderson, V., Jacobs, R., Anderson, P. J. (2008). Executive functions and the frontal lobes. A lifespan perspective, Psychology Press, Taylor & Francis Group, LLC.
- Baddeley, A. D. (1986). Working memory. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (1998). Working memory, C.R. Academy of Sciences III, 321(2-3): 167- 173.
- Badian, N. (1983). Dyscalculia and Nonverbal Disorders of Learning. In H. Myklebust (Ed.), Progress in Learning Disabilities (pp. 235- 264). New York: Grune and Stratton
- Butterworth, B. (1999). The Mathematical Brain. Macmillan: London.
- Butterworth B. (2005). The development of arithmetical abilities. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 46(1): 3-18.
- Butterworth, B., Zorzi, M., Girelli, L., Jonckheere, A. R. (2001). Storage and retrieval of addition facts: The role of number comparison. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 54A(4): 1005-1029.
- Butterworth, B. (2005). Developmental dyscalculia. In Campbell, J.I.D. (Ed.), The Handbook of Mathematical Cognition (pp. 455- 467). Hove: Psychological Press.
- Buttner, G. și Hasselhorn, M. (2011). Learning disabilities: debates on definitions, causes, subtypes, and responses. International Journal of Disability, Development and Education, 58 (1), 75- 87.
- Dehaene, S., Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. Mathematical Cognition, 1: 83-120.
- Dehaene, S., Cohen, L. (1997). Cerebral Pathways for Calculation: Double Dissociation between Rote Verbal and Quantitative Knowledge of Arithmetic. Cortex, 33: 219-250.
- Desoete, A., Roeyers, H., Buysse, A. (2001). Metacognition and Mathematical Problem Solving in Grade 3. Journal of Learning Disabilities, 34: 435-449.
- Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerdt, F., Pieters, S. (2012). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from a longitudinal study. British Journal of Educational Psychology, 82: 64-81.
- Emerson, J., Babbie, P. (2010). The Dyscalculia Assessment. Continuum International Publishing Group, London.
- Feifer, S. G. (2007). The Neuropsychology of Math Disorders: Diagnosis and

- Intervention, School Neuropsych Press, LLC.
- Freedman, E. (2006). Math Anxiety Test, from <http://www.mathpower.com/anxtest.htm>, accesat în 10.01.2021.
- Freedman, E. (2006). Reduce Math Anxiety.
- Fuchs, L. S., Compton, D. L., Fuchs, D., Paulsen, K., Bryant, J. D., Hamlett, C. L. (2005). The Prevention, Identification, and Cognitive Determinants of Math Difficulty. *Journal of Educational Psychology* 97(3): 493-513.
- Gaillard, F., Willadino-Braga, L. (2001). Calcul et langage dans le développement et les troubles de l'apprentissage. In A. Van Hout și C. Meljac (Ed.), *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* Masson, Paris; 195-200.
- Geary D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114: 345-362.
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and Learning Disabilities, *Journal of Learning Disabilities*, 37(1): 4-15.
- Geary, D. C. (2005). Role of Cognitive Theory in the Study of Learning Disability in Mathematics, *Journal of Learning Disabilities*, 38(4): 305-307.
- Geary, D. C., Hoard, M. K. (2005). Learning disabilities in arithmetic and mathematics: Theoretical and empirical perspectives. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition*, New York: Psychology Press, 253-267.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., Byrd-Craven, J. (2008). Development of Number Line Representations in Children with Mathematical Learning Disability, *Developmental Neuropsychology*, 33(3): 277-299.
- Gross-Tsur, V. , Manor, O., and Shalev, R.S. (1996). Developmental dyscalculia: prevalence and demographic features. *Developmental medicine and child neurology*, 38, 25-33.
- Guidetti, M., Tourrette, C. (1999). Handicaps et développement psychologique de l'enfant. Paris, Armand Colin.
- Kane, M. J., Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9: 637-671.
- Keller, C. E., Sutton, J. P. (1991). Specific Mathematics Disorders. *Neuropsychological Foundations of Learning Disabilities*: 549-571.
- Kaufmann, L. (2008). Dyscalculia: neuroscience and education. *Educational Research*, 50(2): 163-175.
- Korkman M., Kirk, U., Kemp, S. (2007). NEPSY. Evaluarea neuropsihologică a dezvoltării – Manual, SC COGNITROM SRL, Editura ASCR, Cluj-Napoca.
- Mazzocco, M. M. M., Myers G. F. (2003). Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school age years. *Annals of Dyslexia*, 53: 218-253.
- McCloskey, M., Macaruso, P. (1995). Representing and using numerical information. *American Psychologist*,

- 50(5), 351-363. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.50.5.351>
- Miller, H., Bichsel, J. (2004). Anxiety, working memory, gender, and math performance, *Personality and Individual Differences*, 37(3): 591-606.
- Noël, M.-P. (2007). L'Evaluation des competences numeriques de l'enfant. In M. P. Noël, (Ed.), *Bilan neuropsychologique de l'enfant* (pp. 211- 235). Wavre: Mardaga.
- Noël, M. P., Seron, X. (1993). Arabic number reading deficit. *Cognitive Neuropsychology*, 10: 317-339.
- Noël, M. P., Rousselle L. (2011). Developmental Changes in the Profiles of Dyscalculia: An Explanation Based on a Double Exact-and-Approximate Number Representation Model. *Frontiers in human neuroscience*, 5: 165.
- Rourke, B.P. (1993). Arithmetic Disabilities, Specific and Otherwise: A Neuropsychological Perspective <https://doi.org/10.1177/002221949302600402>
- Sharma, M. (1986). Dyscalculia and Other Learning Problems in Arithmetic: A Historical Perspective. *Focus on Learning Problems in Mathematics*. 8(3): 7-45.
- Seron. X., Fayol, M. (1994). Number transcoding in children: A functional analysis. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1994.tb00635.x>
- Von Aster, M. G., Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49: 868-873.
- Wilson, A., Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In: D. Coch, G. Dawson, K. Fischer (Editors) *Human behavior, learning, and the developing brain: Atypical development* . Guilford Press; New York, 212-238.
- Zbornik, J. (2001). Test anxiety: Conceptualization and remediation strategies, *Today's School Psychologist*, Retrieved November 3, 2009. <http://www.lkwdpl.org/schools/specialled/zborniki.html> .
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*, 1: 1-29.
- Wilson, A., Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In D. G. Coch (Edt.), *Human Behavior, Learning, and the Developing Brain: Atypical Development*. New York: Guilford Press.
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S. K., Cohen, L., Cohen C. (2006). Principles underlying the design of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions* 2:19.

1Centrul Școlar pentru Educație Incluzivă
"Miron Ionescu" Cluj-Napoca E-mail:
predavasileradu@gmail.com-Profesor
psihopedagog, Ph.D