

STRATEGII DE DEZVOLTARE A FUNCȚIILOR EXECUTIVE PRIN MUZICĂ ȘI APLICAȚII DIGITALE LA ELEVII CU TULBURĂRI DE NEURODEZVOLTARE

Profesor psihopedagog Popa Raluca-Mariana
Centrul Școlar pentru Educație Incluzivă Cluj-Napoca

Funcțiile executive reprezintă un ansamblu complex de abilități cognitive superioare, esențiale pentru planificarea, monitorizarea și adaptarea comportamentului orientat spre un scop specific. Dezvoltarea acestor funcții joacă un rol fundamental în adaptarea socială, emoțională și academică a copilului, având implicații profunde asupra calității vieții. În contextul tulburărilor de neurodezvoltare, precum tulburarea de spectru autist (TSA), tulburarea de deficit de atenție și hiperactivitate (ADHD), sau tulburările specifice de învățare, dezvoltarea funcțiilor executive este adesea perturbată, generând dificultăți majore în gestionarea comportamentului, autoreglare emoțională și adaptarea la cerințele mediului. Astfel, investigarea modului în care aceste funcții se dezvoltă, se deteriorează sau se compensează în contextul diverselor tulburări neurodezvoltative devine crucială pentru înțelegerea profundă a mecanismelor implicate și pentru stabilirea unor intervenții eficiente și adaptate fiecărui copil în parte.

Unul dintre cele mai influente modele explicative contemporane ale acestor funcții este cel propus de Adele Diamond în anul 2013. Acest model integrează o serie de componente fundamentale: inhibiția, memoria de lucru, flexibilitatea cognitivă și atenția susținută, pe care autoarea le consideră distincte, dar interconectate și interdependente. Diamond (2013) subliniază faptul că aceste funcții sunt procese cognitive de tip „top-down”, care implică în mod activ cortexul prefrontal, facilitând gestionarea gândurilor, emoțiilor și comportamentelor în conformitate cu obiectivele pe termen scurt și lung. Inhibiția include atât controlul comportamental (capacitatea de a rezista tentațiilor), cât și controlul cognitiv (atenție selectivă), ajutând la menținerea concentrării. Memoria de lucru implică menținerea și manipularea activă a informației, în timp ce flexibilitatea cognitivă se referă la abilitatea de a schimba rapid strategii sau perspective în funcție de context.

Inhibiția, în cadrul modelului funcțiilor executive propus de Diamond (2013), se referă la capacitatea cognitivă de a controla impulsurile, emoțiile și comportamentele nedorite sau

inadecvate, permițând persoanei să ignore stimulii irelevanți și să mențină concentrarea asupra obiectivelor importante. Morasch și Bell (2011) au demonstrat că inhibiția comportamentală este crucială în dezvoltarea autoreglării la copii, fiind corelată cu maturarea ariilor cerebrale frontale și prefrontale implicate în controlul impulsurilor. Aceștia au subliniat că inhibiția este predictivă pentru succesul școlar timpuriu și că antrenarea acestei funcții poate aduce beneficii semnificative în dezvoltarea copilului. O meta-analiza realizată de Allan și colab. (2014) privind eficacitatea intervențiilor pentru îmbunătățirea inhibiției a arătat că programele bazate pe exerciții fizice și cognitive sunt eficiente în consolidarea acestei funcții executive la copii și adolescenți.

Memoria de lucru este o componentă centrală a funcțiilor executive, responsabilă pentru menținerea și manipularea informației în procese cognitive complexe. Ea permite planificarea, raționamentul și rezolvarea problemelor, integrarea rapidă de informații și adaptarea la situații noi. Studiul lui Sala și Gobet (2020), o meta-analiză asupra eficienței programelor de antrenament cognitiv, demonstrează că memoria de lucru poate fi îmbunătățită prin intervenții specifice, iar aceste îmbunătățiri se transferă moderat spre sarcini academice și cognitive complexe.

Conform modelului lui Diamond (2013), *flexibilitatea cognitivă* – denumită și shifting – este capacitatea de a schimba rapid perspectiva, strategia sau focalizarea atenției între sarcini și concepte mentale. Această abilitate este esențială pentru adaptarea la cerințe noi, pentru rezolvarea eficientă a problemelor și pentru derularea controlului executiv în contexte dinamice.

Particularități ale funcțiilor executive în contextual tulburărilor din spectrul autist. Funcțiile executive în contextul tulburării de spectru autist (TSA) prezintă un profil atipic, manifestându-se adesea prin deficite semnificative în reglarea comportamentului, inhibiție, flexibilitate cognitivă și planificare. Aceste funcții sunt esențiale pentru adaptarea la medii sociale complexe, pentru reglarea emoțională și pentru menținerea unui comportament orientat spre scop. La copiii cu TSA, dificultățile executive pot contribui la rigiditatea comportamentală, la dificultăți în trecerea de la o activitate la alta și la limitări în gândirea flexibilă, ceea ce influențează negativ funcționarea cotidiană și adaptarea școlară. În mod particular, deficitele în flexibilitatea cognitivă sunt frecvent întâlnite în TSA, afectând capacitatea de a genera strategii alternative, de a face față schimbărilor neprevăzute și de a ajusta răspunsurile în funcție de context. De asemenea, dificultățile de planificare și organizare limitează abilitatea de a iniția și duce la bun sfârșit activități complexe, mai ales

În medii școlare structurate (Costescu și Roșan, 2024). Astfel, copiii cu TSA pot părea dezorganizați, pot evita sarcinile care implică mai mulți pași sau pot avea nevoie de suport constant pentru a-și gestiona timpul și sarcinile. Un alt aspect important este reprezentat de limitările în controlul inhibitor, care afectează capacitatea de a-și suprima răspunsurile automate sau impulsive. Aceste deficite pot duce la comportamente repetitive, dificultăți de integrare socială și probleme de adaptare emoțională. În acest sens, funcțiile executive joacă un rol central în autoreglarea cognitivă și emoțională la copiii cu TSA. Cercetările sugerează că dificultățile în planificare, flexibilitate cognitivă și inhibiție sunt trăsături comune ale profilului cognitiv asociat TSA, afectând capacitatea de adaptare la schimbări și de desfășurare eficientă a activităților cotidiene (Craig et al., 2016; Yon-Hernández et al., 2023). Studiile recente arată că un control slab al funcțiilor executive, în special în ceea ce privește inhibiția și atenția, se corelează cu dificultăți în menținerea unor activități zilnice independente și cu o capacitate redusă de autoreglare emoțională și socială (Yon-Hernández et al., 2023). De asemenea, efortul cognitiv implicat în „camuflajul” social – o strategie frecvent folosită de persoanele autiste pentru a masca dificultățile sociale – poate suprasolicita funcțiile executive, ducând la epuizare psihică și anxietate crescută (Craig et al., 2016). Prin urmare, intervențiile care vizează dezvoltarea funcțiilor executive în TSA sunt nu doar recomandate, ci esențiale pentru optimizarea funcționării globale și a calității vieții.

Aplicații digitale

Aplicația digitală **CrushStations** este un joc educațional conceput pentru antrenarea memoriei de lucru,



componentă esențială a funcțiilor executive, care implică menținerea și manipularea activă a informațiilor (Diamond, 2013). Dezvoltată în cadrul laboratorului CREATE al Universității din New York, în colaborare cu instituții academice de prestigiu, aplicația face parte din suita Smart Suite și este susținută de cercetări empirice care indică eficiența sa în antrenarea memoriei de lucru, constituind astfel un instrument valoros în intervențiile psihopedagogice. Sarcinile propuse solicită utilizatorilor să rețină și să actualizeze informații legate de culoarea și tipul unor creaturi, în vederea eliberării acestora și gestionării eficiente a resurselor din joc. Prin această dinamică, aplicația stimulează procese cognitive precum atenția susținută, actualizarea informației și controlul inhibitor, contribuind la dezvoltarea autoreglării cognitive.

Fundamentată teoretic pe modelul unității și diversității funcțiilor executive propus de Miyake și Friedman (2000), aplicația integrează componente precum controlul inhibitor, flexibilitatea cognitivă și actualizarea informației. Studiile de specialitate evidențiază rolul semnificativ al funcțiilor executive în performanța școlară, în special în domenii precum alfabetizarea și matematica, precum și în adaptarea academică pe termen lung (Blair & Razza, 2007; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Gwakkamole este un joc educațional digital destinat antrenării controlului inhibitor, o componentă esențială a funcțiilor executive, care implică capacitatea de a regla atenția, comportamentul și reacțiile în fața stimulilor tentați sau automatizați (Diamond, 2013). În cadrul jocului, utilizatorii trebuie să selecteze rapid avocado-urile fără pălărie sau pe cele care își pierd pălăria, evitând în același timp stimulii distractori (avocado cu pălării speciale), ceea ce solicită inhibarea răspunsurilor



impulsive și menținerea atenției selective. Fundamentat pe modelul teoretic al funcțiilor executive propus de Miyake și colaboratorii (2000), jocul contribuie la dezvoltarea controlului inhibitor în corelație cu alte componente precum flexibilitatea cognitivă și actualizarea informației.

Activități muzicale

Sharma și Mehta (2024) au demonstrat, într-un studiu controlat, că intervențiile muzicale desfășurate timp de opt săptămâni contribuie la îmbunătățirea funcțiilor executive, în special la nivelul inhibiției comportamentale, al flexibilității cognitive și al autoreglării emoționale. Copiii care au participat la sesiuni regulate de muzică au înregistrat scoruri semnificativ mai bune la evaluările BRIEF-2 comparativ cu grupul de control. Aceste rezultate subliniază potențialul terapeutic al activităților muzicale structurate în susținerea dezvoltării cognitive a copiilor cu TSA. Pe lângă intervențiile clasice, abordările terapeutice bazate pe ritm propuse de LaGasse și Healey (2024) sugerează că antrenamentul ritmic, inclusiv prin jocuri digitale muzicale, poate contribui la îmbunătățirea autoreglării și sincronizării senzorio-motorii. Aceste intervenții combină stimularea muzicală cu exerciții

motorii, facilitând formarea unor rutine cognitive autoreglatoare. Astfel, integrarea muzicii și a tehnologiei în intervențiile pentru TSA oferă un cadru promițător și personalizabil pentru dezvoltarea funcțiilor executive.

Exercițiul de percuție corporală prezentat (Clap Clap Sound!) este o activitate muzicală structurată sub forma unui „musicograme”, în care participanții reproduc secvențe ritmice utilizând propriul corp (bătăi din palme, lovirea coapselor, pocnituri din degete), în sincron cu suportul muzical.

Activitatea presupune urmărirea unor modele vizuale și auditive, ceea ce facilitează coordonarea mișcărilor, dezvoltarea ritmului și integrarea multisenzorială a informației. Cântecul precum „Bate vântul frunzele”, „Dacă vesel



se trăiește”, „Statuile muzicale” și „A ram sam sam” constituie resurse didactice valoroase care integrează elemente de percuție corporală, ritm și sincronizare a mișcărilor cu secvențe muzicale sau cuvinte sugestive. Aceste activități presupun coordonarea răspunsurilor motrice cu stimuli auditivi și verbali, implicând procese de imitare, anticipare și reglare a comportamentului în funcție de cerințele sarcinii.

Din perspectivă educațională, exercițiul contribuie la dezvoltarea atenției susținute, a memoriei de lucru și a controlului inhibitor, deoarece participanții trebuie să urmărească secvențele, să le rețină și să le execute corect, inhibând reacțiile impulsive sau erorile de sincronizare. În același timp, activitatea stimulează coordonarea motrică și cooperarea în grup, fiind frecvent utilizată în contexte didactice pentru consolidarea ritmului, a concentrării și a autoreglării comportamentale.

Intervențiile bazate pe muzică și aplicații digitale au demonstrat un potențial semnificativ în sprijinirea dezvoltării funcțiilor executive la copiii și adolescenții cu tulburări din spectrul autist. Studiile analizate evidențiază îmbunătățiri în componente esențiale precum memoria de lucru, flexibilitatea cognitivă și inhibiția, atunci când aceste funcții sunt stimulate prin metode interactive, multisenzoriale și personalizate. Muzica, prin structura sa ritmică și emoțională, facilitează autoreglarea și atenția, în timp ce aplicațiile digitale permit exersarea repetitivă, feedback-ul imediat și adaptarea nivelului de dificultate, elemente esențiale în consolidarea funcțiilor executive în TSA.

În concluzie, integrarea acestor strategii în programele de intervenție oferă o direcție promițătoare pentru susținerea dezvoltării cognitive în rândul copiilor cu TSA. Cu toate acestea, eficiența acestor abordări depinde de coerența designului de intervenție, de adaptarea la profilul individual al beneficiarului și de monitorizarea continuă a progresului. Studiile viitoare ar trebui să exploreze impactul pe termen lung al acestor metode, precum și potențialul lor de a susține generalizarea funcțiilor executive în contexte educaționale și sociale variate.

Bibliografie:

Allan, J. L., McMinn, D., & Daly, M. (2014). A bidirectional relationship between executive function and health behavior: Evidence, implications, and future directions. *Frontiers in Neuroscience*, 8, 207. <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00207>

Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten. *Child Development*, 78, 647-663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>

Costescu, C., & Roșan, A. (2024). Intervenții bazate pe evidențe în funcționarea executivă la copiii cu tulburări de neurodezvoltare. În A. Gherguț & A. Roșan (Coord.), *Terapii și intervenții psihopedagogice la persoane cu cerințe speciale* (pp. 152–172). Polirom

Costescu, C., David, C., & Roșan, A. (2024). Executive functions training in neurodiverse children through digital technologies. În C. Costescu (Ed.), *Digital Technologies for Learning and Psychological Interventions* (pp. 165–169). Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-031-76414-1_8

Craig, F., Margari, F., Legrottaglie, A. R., Palumbi, R., De Giambattista, C., & Margari, L. (2016). A review of executive function deficits in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 12, 1191–1202. <https://doi.org/10.2147/NDT.S104620>

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Diamond, A. (2014). Understanding executive functions: What helps or hinders them and how executive functions and language development mutually support one another. *Perspectives on Language and Literacy*, 40(2), 7–11. Retrieved from <https://www.devcogneuro.com/Publications/Diamond%202014%20Intro%20Spring%202014%20Final.pdf>

- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Morasch, K. C., & Bell, M. A. (2011). The role of inhibitory control in behavioral and physiological expressions of toddler executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 593–606. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.07.003>
- Sala, G., & Gobet, F. (2020). Working memory training in typically developing children: A multilevel meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27(3), 423–434. <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01681-y>
- Sharma, M., & Mehta, A. (2024). Music therapy improves executive functioning in children with autism spectrum disorder. *International Journal of Research in Special Education*, 4(2), 46–50. Retrieved from <https://www.rehabilitationjournals.com/special-education-journal/article/87/4-2-11-402.pdf>
- LaGasse, B., Yoo, G. E., & Hardy, M. W. (2024). Rhythm and music for promoting sensorimotor organization in autism: broader implications for outcomes. *Frontiers in integrative neuroscience*, 18, 1403876.
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly journal of experimental psychology* (2006), 59(4), 745–759. <https://doi.org/10.1080/17470210500162854>
- Yon-Hernández, J. A., Velasco-Álvarez, F., & Gil-Llario, M. D. (2023). Executive functions in daily living skills: A study in adults with autism spectrum disorder. *Frontiers in Psychology*, 14, 1109561. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1109561>
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.CREATELab.Gwakkamole&hl=ro>
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.CREATELab.CrushStation&hl=ro>
https://www.youtube.com/watch?v=6UYnHJqo7_4