



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE PSIHOLOGIE ȘI ȘTIINȚE ALE EDUCAȚIEI
ȘCOALA DOCTORALĂ *EDUCAȚIE, REFLECȚIE, DEZVOLTARE*

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

**Dezvoltarea gândirii critice a elevilor din ciclul
gimnazial prin studiul matematicii.**

**Valențele problematizării și ale învățării prin
descoperire**

Program de intervenție educațională pentru clasele a VI-a

Conducător științific,

Prof. univ. dr. habil. Cristian STAN

Doctorand,

Ovidiu-Tiberiu BĂDESCU

2021

ARGUMENT

Într-o lume tot mai dominată de tehnologii și de inteligență artificială, tot ce nu poate fi automatizat devine competență din ce în ce mai apreciată și necesară, așa cum specialiștii OECD evidențiază cu privire la gândirea critică și creativitate (Vincent-Lancrin et al., 2019).

Gândirea critică și creativitatea se numără printre trăsăturile de bază ale absolvenților, la orizont 2030, în societatea viitorului, așa cum toate conceptualizările referitoare la competențele de bază în secolul XXI o reliefează.

Fie că vorbim despre cele 16 competențe necesare în secolul XXI delimitate de World Economic Forum (2016), fie că vorbim despre Busola învățării 2030 elaborată de OECD (2019b), fie că vorbim despre delimitarea pe cale empirică a competențelor necesare (Kaufman, 2013; Kirschner&Stoianov, 2020), la orice referențial de competențe necesare ne raportăm, gândirea critică se află listată printre acestea.

Despre dezvoltarea gândirii critice vorbim constant în învățământul românesc de-a lungul întregii perioade postdecembriste, fiind elaborate lucrări de specialitate încă din anii 2000 (Dumitru, 2000).

Cu toate acestea, rezultatele elevilor la testările internaționale (PISA sau TIMSS), dar și la cele naționale, sunt mai degrabă dezamăgitoare în ceea ce privește demonstrarea stăpânirii acestei competențe, dar și a competențelor matematice și științifice în general.

Și la ultima testare TIMSS, din 2019, raportul asupra performanței elevilor români la această testare, recent lansat de specialiștii Universității din București, arată locul codaș pe care îl ocupă elevii români atât la matematică, cât și la științe (<https://unibuc.ro/testul-timss-2019-pentru-romania-de-la-rezultate-la-recomandari-de-politici-educationale/>).

Perioada pandemică pe care am traversat-o a reliefat, printre altele, necesitatea competențelor de literație științifică, de gândire critică pentru a face față avalanșei de fake-news. Este motivul pentru care la evaluarea PISA din 2022 sunt prioritar evaluate competențele matematice, de literație științifică și de gândire critică.

Rezultatele prezentate mai sus ne-au făcut să cercetăm dacă predarea matematicii folosind problematizarea și învățarea prin descoperire contribuie la dezvoltarea gândirii critice.

Din punct de vedere al structurii, lucrarea se dezvoltă pe două secțiuni ce cuprind șapte capitole în care este abordată problematica creșterii performanțelor școlare și dezvoltarea gândirii critice a elevilor prin predarea matematicii la clasa a VI-a.

CAPITOLUL I

CONSIDERAȚII PRIVIND GÂNDIREA CRITICĂ ȘI ABORDĂRI ÎN DEZVOLTAREA ACESTEIA

Un gânditor critic este descris ca „cineva care este de natură curios, deschis, flexibil și echitabil, are dorința de a fi bine informat, înțelege puncte de vedere diverse și este dispus să suspende judecata și să ia în considerare alte perspective” (Lai, 2011, p. 5). Conform lui Ennis (2011), „Gândirea critică este rezonabilă, iar gândirea reflectivă este concentrată pe a decide ce să creadă sau să facă” (2011, p. 1). Lipman (1998) afirmă că „Gândirea critică este o gândire pricepută, responsabilă, care facilitează o bună judecată, deoarece se bazează pe criterii, se autoregenerează și este sensibilă la context” (p. 38). Pentru Paul și Elder (2006) „Gândirea critică este arta analizării și evaluării gândirii în vederea îmbunătățirii acesteia” (p. 4), Willingham (2007) consideră gândirea critică ca fiind ceva care constă în „a vedea ambele părți ale unei probleme, a fi deschis la noi dovezi care infirmă anumite idei, raționând în mod disproporționat [...], deducând concluzii din faptele disponibile [și] rezolvarea problemelor” (p. 8) iar Dewey se referă la gândirea critică ca „gândire reflectivă” și o definește ca „o considerare activă, persistentă și atentă a unei credințe sau a unei presupuse forme de cunoaștere” (Fisher, 2009, p. 2).

„Gândirea critică reprezintă utilizarea acelor abilități cognitive sau strategii care cresc probabilitatea către un rezultat dorit, [...] descrie gândirea care este intenționată, motivată și orientată spre scop - un fel de gândire implicată în rezolvarea problemelor, formularea concluziilor, calcularea probabilităților și luarea deciziilor, atunci când persoana utilizează abilități care sunt bine gândite și eficiente pentru contextul specific și tipul de sarcină de gândire.” (Halpern, 2002, p. 6)

Abilitățile de gândire critică sunt foarte importante în învățarea matematicii, deoarece aceste abilități pot îmbunătăți calitatea învățării matematicii în mod mai profund și semnificativ deci, ar trebui să fie un mod sistematic de a dezvolta astfel de abilități prin învățarea matematicii în școală (Cobb et al., 1992, *apud.* Firdaus, Ismail Kailani, Md. Nor Bin Bakar, Bakry, 2015).

Abilitățile de gândire critică și analitică sunt esențiale pentru majoritatea aspectelor vieții de elev și nu numai. Argumentul nu înseamnă dezacord; înseamnă pur și simplu susținerea unui punct de vedere. **Nu trebuie să fii** o persoană argumentativă pentru a face acest lucru. Cu toate acestea, esențială pentru orice analiză este capacitatea de a fi sincer în legătură cu propriile prejudecăți și preconcepții, flexibil pentru luarea în considerare a

alternativelor și a opiniilor și dispus a reconsidera și revizui punctele de vedere în care reflectarea onestă sugerează că schimbarea este justificată. De asemenea, trebuie cultivat un scepticism sănătos în afirmații care încep cu „Este evident că...”, argumente care nu sunt fundamentate și dezechilibrate și argumente care au o prejudecată politică, profesională sau anecdotică particulară (spre deosebire de dovezile cercetate). Toate aceste abilități sunt sprijinite de gândirea critică, fiind esențial a fi nu numai dezvoltată, dar și dublată de aspectele emoționale, atitudinale și morale pentru a fi tradusă în comportamente explicite. De asemenea, trebuie verificate sursele oricărei cercetări/literaturi care sunt avute în vedere (Judge, Jones, McCreery, 2009).

Gândirea critică generează cunoștințe noi prin valorificarea unui mod particular de a lucra cu cunoștințele existente. Se pare că aceasta înglobează o serie de procese precum: înțelegerea, analiza, sinteza, evaluarea ș.a.m.d., numite „unelte de manipulare a cunoștințelor” (Moon, 2008). Cu alte cuvinte, gândirea critică implică o utilizare precisă și abilă a acestor unelte de manipulare a cunoștințelor.

Astfel, chiar la orele de matematică, pentru dezvoltarea gândirii algebrice, Store (2017) folosește teoria constructivistă drept cadru teoretic pentru delimitarea demersurilor metodologice care să ducă la dezvoltarea gândirii critice, prin construcția de noi idei și conținuturi, realizarea de conexiuni matematice, lansarea demersurilor de chestionare, crearea spațiului de muncă și procesare individuală și în grup, conectarea ideilor matematice provenite din diferite strategii de abordare ale elevilor, verbalizarea raționamentelor, desprinderea și înțelegerea generalizărilor, reverbalizare, aplicarea generalizărilor etc., făcând în acest fel apel la mai multe „literații” științifice, lingvistice, sociale, numerice, antreprenoriale etc. Observăm cum mai multe elemente constitutive ale gândirii critice sunt dezvoltate interdependent. Demersuri investigative similare, apoi generalizabile, în încercarea de a contura teoriile explicative de bază (*grounded theory*), clamate că lipsesc în contextul explicativ al dezvoltării gândirii critice prin matematică, au fost realizate și de alți cercetători, care au încercat să introducă diferite elemente facilitatoare/factori condiționanți pentru demersuri formative de dezvoltare a gândirii critice, factorii variind de la crearea contextelor socio-emoționale, până la demersuri orientate spre menținerea consistenței și rigurozității cognitive (Firdaus și alții, 2015; Savva, 2016; Morgan, 2017; Store, 2017; Malara, Navarra, 2018).

Atunci când vorbim despre gândirea critică, vorbim implicit și de o direcție, o finalitate la care vrem să ajungem. Gândim critic pentru a descoperi ceva specific, anumite informații pe care le aveam în minte încă de la început. Acest proces este unul deliberat și activ și rezultă, de obicei, în a face judecăți, care pot fi reflexive (evaluarea calității propriei

judecăți sau a proceselor de gândire critică). Acest proces reflexiv, transformativ, are multe legături cu teoria învățării transformative (J. Mezirow, St. Brookfield), sau cu teoria criticii sociale (J. Habermass), care, accentuând procesul reflecțiilor individuale sau procesul reflecțiilor asupra contextului social, evidențiază cum procesele de gândire critică au loc, fie asupra propriilor experiențe, reconsiderându-le, fie asupra stimulilor sociali (Butterworth, Thwaites, 2013; Lai, 2011).

Kaasboll (1998) a îmbunătățit gândirea critică prin intermediul unor metode pedagogice, ca de exemplu: reducerea volumului materialului pentru curs, perfecționarea pregătirii profesorilor pentru a încuraja o mai mare interacțiune cu elevul și utilizarea unor abordări mai eficiente de tip proiect sau inductive, crearea cadrului de chestionare, realizare de conexiuni, verbalizări ale raționamentelor, generalizări etc (Store, 2018).

De asemenea, abordări moderne insistă tot mai mult pe contextele didactice facilitatoare de dezvoltare a gândirii critice care iau în considerare dimensiunea socială și emoțională, care facilitează transferul cunoașterii și a raționamentelor în contexte variate, cât mai apropiate realității, care facilitează bucuria descoperirii, a discuțiilor colaborative și a co-creării etc. (Stearns, 2020; Vincent-Lancrin, 2019; Store, 2018; Van Zoest et al), sugerând deopotrivă și transferarea principiilor gamificării în predarea matematicii de manieră stimulativă a dezvoltării gândirii critice (Yong et al., 2020).

Obișnuința de a se (auto)întreba: „pot să rezolv problema diferit”, mai „elegant”, mai scurt”, „cum pot folosi ceea ce am învățat pentru a o rezolva”, „unde m-am împotmolit”, „am identificat corect toate datele problemei” etc., se poate constant încuraja, oferind elevilor dexteritate în a folosi întrebări de comprehensiune, întrebări de conexiune, întrebări de strategie sau de reflecție (Mevarech, Kramarksy, 2014; Ionescu, Bocoș, 2017).

Alte studii, precum cele ale lui Noer (2013) și Sharadqah (2014) indică faptul că abilitatea de gândire critică a elevilor de clasa a VIII-a nu este optimă, deoarece doar puțini elevi (mai puțin de 15%) care sunt capabili să rezolve diverse sarcini academice, ajung să poată identifica ipoteza dată, au capacitatea de a formula principalele probleme și capacitatea de a determina consecințele deciziei luate.

Doar 5% dintre elevii care au succes în rezolvarea diferitelor sarcini academice date de profesor au capacitatea de a detecta prejudecățile bazate pe diferite puncte de vedere, capacitatea de a exprima un concept/definiție sau teoremă în rezolvarea problemei, capacitatea de a evalua argumentul relevant în rezolvarea problemei (Umar, 2017).

Totodată, rezultatele cercetării lui Harti și Agoestanto au arătat că abilitatea de gândire critică a elevilor în învățarea bazată pe probleme a atinge criteriile minime de învățare, în special la algebră. Elevii care aparțin grupului de copii cu abilități de gândire

critică ridicată, au capacități globale de înaltă generalizare în timp ce elevii care aparțin grupului de copii cu abilități de gândire critică de nivel mediu, au capacități de generalizare, de transformare care tind să fie moderate. Elevii care aparțin grupului de copii cu abilități de gândire critică scăzută, au capacități de generalizare și de transformare scăzute (Harti, & Agoestanto, 2019).

În ciuda a ceea ce s-ar putea crede, se pare că gândirea critică este un predictor mai mare pentru evenimentele de viață decât inteligența și cum sunt dovezi ample că gândirea critică poate fi predată, există speranța că predarea abilităților de gândire critică ar putea preveni apariția unor evenimente negative de viață. Astfel, se pledează pentru dobândirea gândirii critice ca o modalitate de a crea un viitor mai bun pentru toată lumea (Butler, Pentoney & Bong, 2017).

Capacitatea de gândire critică este abilitatea cognitivă care ajunge întotdeauna în centrul atenției și este studiată în cercetare alături de aspectul afectiv, sau alte aspecte cum ar fi obiceiurile matematice ale minții, care, de asemenea, încep să fie studiate de către cercetători pentru că este de așteptat ca acestea să stimuleze creativitatea elevilor și interesul, precum și atitudinea lor pozitivă față de matematică (Umar, 2017).

Gândirea critică nu este o abilitate necesară doar elevilor, ci și profesorilor, astfel că au fost studii care au dorit să demonstreze acest lucru.

Într-un studiu asupra studenților de la facultatea de fizică, pentru a se afla ce efect are predarea prin metode care implică creativitatea științifică, s-au predat noile conținuturi folosind metoda învățării prin descoperire. Rezultatele au arătat că modelul de învățare prin procesul de învățare prin descoperire a avut un efect semnificativ asupra îmbunătățirii capacității gândirii critice (Verawati, Sri, Ayub & Prayogi, 2019).

CAPITOLUL II

DEZVOLTAREA GÂNDIRII CRITICE ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL MATEMATIC GIMNAZIAL ROMÂNESC

Din perspectiva preocupărilor pentru dezvoltarea gândirii critice, odată ce conceptualizările din reforma curriculară au avut formulări explicite referitoare la dezvoltarea gândirii critice și în implementarea reformei și punerea ei în practică la clasă, s-au produs dezvoltări importante. Formarea cadrelor didactice a acoperit abilitări în direcția dezvoltării gândirii critice, au apărut cărți și ghiduri de specialitate (Dumitru, 2000, Bocoș, 2013), majoritatea centrelor universitare introducând această problematică încă din formarea inițială a cadrelor didactice. Din păcate, schimbări mai ample s-au realizat la debutul școlarității, respectiv la finalizarea școlarității, iar ciclul gimnazial a fost adesea „vitregit”, devenind, în timp, „veriga slabă”, tot mai blamată ca performanțe, oglindite în rezultatele școlare ale educabililor, mai ales în cele reliefate de evaluarea națională și în testările PISA (Kitchen, 2017; OECD, 2019).

După reorganizarea curriculară din 2009 (MECI, 2009), o nouă etapă importantă în reconsiderarea și restructurarea și reactualizarea curriculumului din ciclul gimnazial a avut loc în 2017 (MEC, 2017). Schimbări curriculare ample la interval de o generație sunt necesare nu numai datorită unor aspecte contextuale (de exemplu, rezultatele nesatisfăcătoare la testele PISA), dar și datorită schimbărilor societale mai ample, a unor noi (profile de) competențe pe care societatea postmodernă le reclamă, a unor evoluții în știință, tehnologie, social, care presupun reforme curriculare și educaționale mai ample (Stan, 2001; Ungureanu, 1999; Ionescu, Bocoș, 2009, 2017).

Multe dintre aspectele problematice ale mediului educațional, ale relației profesor-elev, ale manierei de predare și evaluare, cu efecte asupra stimulării învățării, au fost reliefate și de experții OECD (Kitchen et al., 2017).

Așa cum se arată în raportul OECD (Mevarech, Kramarski, 2014), în predarea matematicii pentru societatea actuală și de mâine trebuie tot mai mult să mutăm accentul de la rezolvarea de probleme rutiniere, la „rezolvarea de probleme complexe, nerutiniere, nefamiliare, care se bazează nu pe reproducerea unui algoritm de rezolvare memorat, ci pe stimularea logicii, raționamentului, deducției și intuiției, pe simț numeric și inferențe, întrucât societățile inovative necesită creativitate în matematică, deopotrivă și în alte domenii. Abordarea comunicării în matematică s-a schimbat deopotrivă, elevii fiind încurajați să se implice în discuții, să împărtășească posibile soluții și idei, explicând

raționamentul lor matematic” (Mevarech, Kramarski, 2014). Această abordare socială, colaborativă este menită deopotrivă să stimuleze metacogniția, matematica fiind printre cele mai importante discipline pentru dezvoltarea metacogniției, așa cum studiul invocat argumentează.

Deopotrivă, aportul matematicii pentru dezvoltarea gândirii critice se autoexplică prin legătura directă dintre maniera în care sunt urmărite în rezolvarea problemelor de matematică aspecte care sunt elemente constituente ale gândirii critice, așa cum Butterworth, Thwaites (2013) relevau.

Așadar, dezvoltarea capacității de a raționa, de a face predicții pentru situații controlate, capacitatea de a selecta informația și a procesa datele, de a distinge evidențele, de a emite judecăți de valoare și a face corelații între datele avute la dispoziție, de a distinge informațiile de certitudini, de a face generalizări, de a delimita balanța de probabilitate, etc. sunt abilități proprii gândirii critice (Butterworth, Thwaites, 2013), dar pe care urmărim să le dezvoltăm prin activitățile matematice, cu o largă extensie.

În anii din urmă, cel puțin în ultima decadă, testele PISA au devenit un fenomen tot mai mult discutat în spațiul public românesc în relație cu performanța sistemului educațional. Competențele de bază măsurate, competențele de literație, de numerație, în științe, etc. sunt măsurate din perspectiva competențelor pentru viață, itemii fiind formulați în maniera de a identifica abilitățile elevilor, de a transfera în situații de viață cele învățate în școală.

Similitudinea itemilor din testele de evaluare internațională PISA cu cea a itemilor de măsurare a gândirii critice, de tipul Watson-Glaser, ne-au determinat să folosim testul Watson-Glaser (Goodwin, Glaser, 2002) în derularea studiului investigativ, așa cum este evidențiat la partea practică a tezei.

Rezultate elevilor din România la testele PISA trebuie văzute nu din prisma faptului că aproape jumătate dintre copiii de gimnaziu nu știu să scrie, să citească, sau să socotească, așa cum rezultatele la teste o arată, ci că nu pot folosi activ cunoștințele pe care le au, nu pot transfera în situații de viață cele învățate (Kitchen et al., 2017; OECD, 2019). Această realitate este cu atât mai grăitoare pentru importanța dezvoltării gândirii critice cu o mult mai largă extensie în școală, pentru a dezvolta la elevi capacitatea de a procesa multidimensional informațiile, de a face analogii conceptuale sau ale proprietăților (Magdaș, 2015), transferând cele învățate în diverse contexte sau către alte discipline, transdisciplinar.

Gândită progresiv pregătirea elevilor în manieră integrativă, transdisciplinară, a făcut ca multe reconsiderări să fie implementate în plan curricular. Astfel, testarea intermediară la nivelul clasei a VI-a este gândită per ariile curriculare, transdisciplinar (Bocoș, Avram, 2016).

Din păcate, nu este aplicată necesara consecvență și în conceperea evaluării naționale la finalul clasei a VIII-a, ceea ce a determinat ca profesorii să acorde mai puțină importanță evaluării intermediare și capacității sale predictive întru demersuri ameliorative și predare integrată, ci să orienteze învățarea elevilor în maniera de a-i pregăti pentru Evaluarea Națională, ce pune accent mai degrabă pe aspecte disciplinare, reproductive (Kitchen et all., 2017).

Desigur, nu este vorba doar despre performanța în plan cognitiv, ci și de cea atitudinală, respectiv emoțională, fiind îngrijorător că elevii declară că nu se simt bine la școală, că sunt nefericiți sau au o capacitate scăzută de a aspira, au încredere scăzută în forțele proprii (OECD, 2019). Aceste aspecte sunt grăitoare pentru calitatea interacțiunilor didactice, pentru abilitățile profesorilor de a preda atractiv, a crea un climat plăcut la clasă, a evalua afirmativ și formativ, stimulând încrederea elevilor în forțele proprii și stima de sine. Această situație se regăsește adesea în cazul profesorilor de matematică, mai orientați spre performanța cognitivă, respectiv mai puțin spre stimularea încrederii de a gândi „out of the box”, creativ, de a îndrăzni să soluționeze probleme în alte modalități decât algoritmi predați, aplicând raționamente de rezolvare a problemelor pentru a demonstra înțelegerea profundă a capacității lor explicative și predictive (Pasamentier, Krulik, 2009; Morgan, 2016; Wright, 2017; Malara, Navarra, 2018).

Considerăm că matematica predată prin utilizarea metodelor activ-participative oferă satisfacția descoperirii, elevul nici nu va fi conștient că a învățat ceva la școală, ci că a descoperit ceva ce el știa mai demult. Această abordare în predarea matematicii, mai formativă, care să stimuleze deopotrivă și satisfacția descoperirii, încrederea de a aborda diferit rezolvarea unei probleme, capacitatea de a procesa cele învățate și de a transfera în diferite alte contexte, de a imagina soluții etc., demonstrată de cercetările de specialitate ca fiind mai eficientă (Cai, Leikin, 2020; Christiani, Siagian, Mukhtar, 2020; Steams, 2020; Chin et all, 2019; Fonseca, Arezes, 2017; Wilder, 2015), contrastează din păcate cu practicile didactice existente.

„Scopul dezvoltării abilităților de gândire este de a avea o calitate a gândirii, întrucât calitatea gândirii este necesară nu numai în școală, ci și în afara școlii ”(McGregor, 2007). Abilitățile de gândire sunt legate de capacitatea elevilor de a înțelege procesul gândirii atunci când studiază conținutul subiectului (Swartz, 2001). Prin urmare, elevii nu trebuie să înțeleagă numai conținutul matematicii, ci și procesul gândirii matematice (Cobb și colab., 1992). Mulți educatori susțin că abilitățile de gândire pot fi învățate și ar trebui predate în mod explicit, iar studenții ar trebui informați despre tipurile de abilități de gândire care le sunt predate (Swartz, 2001; McGregor, 2007). Cercetările arată că abilitățile de gândire ale

elevilor pot fi dezvoltate dacă profesorii creează un mediu de clasă care să susțină activitățile de gândire (Swartz și Parks, 1994; Mason, Burton și Stacey, 2010). Profesorii nu domină și controlează în mod necesar activitățile de învățare, ci ar trebui să încurajeze elevii să joace un rol activ și să demonstreze o interacțiune multilaterală bună între profesor și student (Firdaus, Ismail Kailani, Md. Nor Bin Bakar, Bakry, 2015).

La nivel internațional, eforturile de a dezvolta abilitățile de gândire critică ale matematicii au devenit principala agendă în programa disciplinei Matematică la nivel mondial (NCTM, 2000; Mason, Burton și Stacey, 2010; Innabi și Sheikh, 2006). Mulți cercetători au arătat că dezvoltarea abilităților de gândire critică poate îmbunătăți realizarea matematicii (NCTM, 2000; Silver&Kenney, 1995; Semerci, 2005; Jacob, 2012; Chukwuyenum, 2013). În mod similar, abilitățile de gândire critică vor încuraja elevii să gândească independent și să rezolve probleme în școală sau în contextul vieții de zi cu zi (NCTM, 2000; Jacob, 2012).

CAPITOLUL III

MODALITĂȚI DE VALORIFICARE A METODOLOGIEI DIDACTICE ÎN VEDEREA DEZVOLTĂRII GÂNDIRII CRITICE A ELEVILOR DIN CICLUL GIMNAZIAL PRIN STUDIUL MATEMATICII

Diversitatea situațiilor de învățare reclamă o diversitate a abordărilor didactice, respectiv a manierelor în care metodele de instruire pot fi aplicate, combinate. Nu vorbim, din această perspectivă, doar de modalitatea în care se recurge la o strategie didactică sau alta, ca manieră de a combina metodele, mijloacele didactice și formele de organizare a învățării, ci vorbim, mai degrabă, de noile tendințe conturate de delimitare a abordărilor didactice (*signature pedagogies* – engl.) ca demersuri mai ample ce orientează o abordare sau alta a procesului didactic (Vincent-Lancrin et all., 2019). Astfel, potrivit specialiștilor OECD, abordări didactice precum predarea de tip *design-thinking*, predarea dialogică, abordarea metacognitivă, învățarea bazată pe proiecte, învățarea bazată pe cercetare etc., sunt doar câteva dintre abordările didactice menite să dezvolte gândirea critică și creativitatea, așa cum au demonstrat evidențele empirice.

Abordări similare, care caută să stârnească interesul și implicarea elevilor, să creeze situații de învățare cât mai apropiate de situațiile de viață, pe care să le rezolve apelând chiar la cunoștințe transdisciplinare, îmbrăcând forma unor proiecte sau doar a unor probleme complexe, au fost prezentate de diferiți cercetători, care au evidențiat aceste aspecte privind valențele și sugestiile lor metodologice (Abbott, 2017; Hackenberg, Creager&Eker, 2020). Soluțiile evocate exploatează atât abordări interdisciplinare în predarea matematicii și științelor, abordări integrate care evidențiază maniera în care pot fi adresate, deopotrivă, mai multe competențe de bază, dar sunt, pe de altă parte, și sugestii pentru evitarea dezangajării elevilor, pentru a-i ajuta să înțeleagă frumusețea și utilitatea matematicii în situații de viață, pentru a le forma o abordare structurată, logică, matematică (*un mindset*) în înțelegerea, analizarea și ancorarea în contexte personalizate (Høgheim&Reber, 2017; Jack, B.M.& Huann-shyang Lin, 2017).

Vom prezenta în continuare avantajele folosirii metodelor problematizare și învățarea prin descoperire în scopul dezvoltării gândirii critice a elevilor precum și avantajele utilizării unor metode complementare de dezvoltare a gândirii critice: demonstrația, algoritmizarea și rezolvarea de exerciții și probleme.

Prin problematizare elevul este scos din situația de a recepționa cunoștințe gata

sistematizate de profesor și pus în poziția de a găsi singur soluția unei probleme. Această metodă implică o angajare intelectuală, afectivă și voluțională totală din partea elevului. Precum subliniază și Albu E. et al., (2004), „problematizarea nu urmărește dobândirea a cât mai multor cunoștințe, ci formarea unui stil individual de muncă în condițiile unei tensiuni psihice, stimularea spiritului de investigație și a curajului în argumentarea și susținerea unor opinii personale” (p. 86).

Dacă este respectat „nivelul optim de activare și stimulare” despre care am vorbit mai sus, problematizarea stimulează motivația intrinsecă a elevului pentru învățare. Situațiile problemă, prin caracterul lor atipic, uneori chiar contradictoriu, activează curiozitatea elevului și drept urmare susțin efortul elevului de a căuta soluții (Ionescu, Bocoș, 2009, 2017). Bucuria descoperirii soluției contribuie și ea la întărirea atitudinii intelectuale și comportamentale, specifice procesului de cercetare în care elevul tocmai s-a implicat.

Datorită implicării în mod activ a elevului în procesului de învățare, învățarea prin descoperire duce la o cunoaștere și înțelegere aprofundată și temeinică și la o consolidare mai rapidă. Drumul spre găsirea soluției solicită capacitatea de transfer a cunoștințelor, perseverența și spiritul independent. Datorită efortului relativ mare pe care îl solicită din partea elevului, descoperirea susține dezvoltarea intelectuală și creșterea încrederii în propriile resurse. Metoda oferă posibilitatea de autocunoaștere și autocontrol, stimulând interesul pentru cercetare și învățare (Ardelean, Secelean, 2007, p. 111).

J. S. Bruner subliniază faptul că metoda descoperirii contribuie la transformarea motivației extrinseci, bazată pe recompense și pedepse, într-o motivație intrinsecă, întemeiată pe curiozitate, dorința de competență și satisfacția generată de descoperirea soluției în sine (Albu, Silvaș, Filpișan, 2004, p. 88).

Prin folosirea demonstrației matematice, elevilor li se dezvoltă capacitatea de a lua decizii gândite și argumentate, nu doar bazate pe intuiție. Pentru a favoriza dezvoltarea gândirii critice, este important ca și în cadrul demonstrațiilor matematice să perseverăm în a pune întrebări elevilor pentru ca ei să argumenteze fiecare relație obținută, să îi coordonăm în a lua decizii proprii de rezolvare. Dewey accentuează raționalitatea, întemeierea și evaluarea demersului rațional, raționalitatea antrenată fiind cheia gândirii critice în viziunea sa (Dewey, 1909, apud Fisher, 2009).

Prin folosirea algoritmizării, elevilor li se dezvoltă gândirea critică atât în etapa descoperirii etapelor algoritmului ce urmează a fi aplicat, dar mai ales în etapa argumentării eficienței algoritmului în dauna descoperirii metodelor proprii de rezolvare, când elevilor li se dezvoltă capacitatea de a lua în calcul și alte perspective. Dacă doar aplicăm algoritmii, elevilor li se inhibă capacitatea de a lua decizii gândite, de a fi curioși, de a-și pune întrebări,

de a aduna informații relevante și de a le analiza, de aceea e important nu doar să aplicăm algoritmi ci să punem accent pe argumentarea etapelor acestor algoritmi și a optimizării acestora.

Metoda exercițiilor și rezolvărilor de probleme contribuie la dezvoltarea gândirii critice a elevilor, deoarece, pentru a rezolva o problemă, elevii au nevoie să combine regulile învățate anterior și să își facă propria strategie de rezolvare. Totuși, această metodă nu le dezvoltă capacitatea de a emite propriile judecăți, de a lua în calcul și alte perspective.

Dezvoltarea gândirii critice și a creativității sunt deziderate acceptate de toată lumea ca fiind necesare de format în școală, conceptualizate ca atare în documentele curriculare.

Totuși, pentru profesori este mai dificil să decodifice modalitatea prin care acestea pot fi formate concret, prin intermediul demersurilor didactice la clasă. Este motivul pentru care specialiștii OECD au pus la îndemâna profesorilor proiecte de lecții, exemple concrete de proiectare, realizare și evaluare a demersului didactic, reunind peste 100 de asemenea exemple din întreaga lume (Vincent-Lancrin, et al., 2019).

Alte preocupări au fost legate fie prin determinarea factorilor și a condițiilor contextuale de reducere a anxietății față de matematică (Arslan, 2020; Awofala, 2019; Zsoldos-Marchiș, 2013), fie prin dezvoltarea și validarea de instrumente de măsurare (Chin et al., 2019), fie prin pilotare și modelare experimentală, pentru a indica modalități de stimulare a încrederii în sine în raport cu matematica, a motivației pentru matematică, pentru formularea și rezolvarea de probleme utilizând gândirea matematică în diverse formate și contexte de viață (Bonner, 2013; Van Zoest et al., 2017; Voica, Singer, Stan, 2020).

Un corpus mai focalizat de cercetări adresează stimularea gândirii critice (Fonseca, Arezes, 2017), fie prin studiul algebrei, fie prin studiul geometriei, folosind abordări metodologice specifice, de genul activităților colaborative, de exemplu, pentru dezvoltarea metacogniției (Smith, Mancy, 2018), a autonomiei (Marchiș, Balogh, 2010; Zsoldos-Marchiș, 2014), a învățării prin descoperire (Batubara, 2019; Christiani, Pargaulan Siagian and Mukhtar, 2020), a diferențierii instruirii (Hackenberg, Creager&Eker, 2020), sau a creativității (Bicer et al., 2020, Sanders, 2016; Bădescu, 2011), ori pentru conceptualizare curriculară de manieră a dezvolta gândirea critică disciplinar și transdisciplinar, evaluând totodată de manieră integrativă, transdisciplinară (McGuinness et al., 2003; Bocoș, Avram, 2016) etc.

Vom prezenta și rezultatele unei cercetări-acțiune desfășurată în Turcia (Dolapcioglu&Doğanay, 2020), asupra unor elevi de clasa a V-a unde s-a identificat maniera în care se pot dezvolta deprinderile de rezolvare de probleme și de gândire critică.

Potrivit raportărilor lui Dolapcioglu & Doğanay (2020), rezultatele cercetării au arătat că practicile bazate pe standardele învățării autentice au determinat îmbunătățirea caracteristicilor gândirii critice, precum comprehensiunea, capacitatea de a compara, de a evalua soluțiile, de a argumenta, oferind noi soluții, de a reflecta asupra procesului de rezolvare a problemei.

Învățarea autentică s-a produs mult mai ușor când au fost formulate spre rezolvare probleme relevante pentru elevi, din proximitatea mediului de viață, dezvoltându-se mai ușor abilitățile de gândire critică. Aceste rezultate sunt confirmate și de practica didactică personală (vezi pag. 61 unde e prezentat exemplul de problemă referitoare la o excursie care se efectua la Timișoara).

Dintr-o altă perspectivă, în cercetarea sa experimentală cu privire la predarea geometriei prin desenarea mai multor figuri geometrice diferite pentru a investiga dacă o afirmație poate fi demonstrată ca fiind validă sau nu, cercetătorul japonez Komatsu (2017) evidențiază cum o astfel de abordare facilitează dezvoltarea gândirii critice, prin folosirea deopotrivă de examinare empirică înainte sau după realizarea demonstrației.

CAPITOLUL IV

COORDONATELE GENERALE ALE CERCETĂRII

Pentru a ne integra cu succes într-o lume în schimbare, cu toții avem nevoie de abilitatea de a selecta informațiile și de a înțelege corelația dintre ele, de a decide ce este sau nu este important, de a plasa în diferite contexte idei și cunoștințe noi, de a descoperi esența lucrurilor întâlnite pentru prima oară, deci trebuie să fim capabili să dăm sens critic, creativ și productiv informației cu care ne confruntăm.

Tema cercetării noastre se înscrie într-o problematică de actualitate complexă, cu accentuate valențe interdisciplinare.

Ne-am propus astfel ca prin intermediul cercetării întreprinse, să reconfigurăm modalitatea în care este predată matematica în ciclul gimnazial, prin elaborarea unui sistem metodologic numit *CriticMath* și prin realizarea unui auxiliar didactic, contribuind, sperăm noi, la îmbunătățirea performanțelor școlare ale elevilor. Încercăm astfel ca prin tema propusă să oferim cadrelor didactice sprijin în realizarea de activități care să-i formeze pe elevi ca persoane autonome, capabile să își stabilească priorități și scopuri proprii, cu încredere în propria lor capacitate de a raționa, deschiși la punctele de vedere divergente ale lumii, flexibili în considerarea alternativelor și a opiniilor. Este necesar să îi ajutăm să fie imparțiali în evaluarea unei situații, onești în fața propriilor prejudecăți, să își elimine stereotipurile de gândire, dar mai ales cu disponibilitate de a-și reconsidera și revizui punctele de vedere, în cazul în care reflecția sinceră sugerează că schimbarea este justificată.

Prin demersul investigativ am căutat să formăm profesorii de matematică pentru a sprijini dezvoltarea gândirii critice, iar evidențele empirice privind evaluarea impactului training-ului realizat arată că este un demers care merită multiplicat și valorificat în învățământul românesc, cu efecte asupra performanțelor elevilor și asupra schimbărilor la nivelul practicilor și atitudinilor didactice ale profesorilor deopotrivă (Bădescu, Stan, 2019, 2020).

Întrucât ne-am propus să introducem o schimbare, să arătăm cu evidențe empirice că se pot face diferit orele de matematică, cu efecte formative mai bune, în maniera de a dezvolta deopotrivă gândirea critică, cel mai potrivit design investigativ am considerat a fi unul experimental, orientat spre proces (Bordens, Abbott, 2017).

Scopul cercetării este de a identifica măsura în care folosirea problematizării și a învățării prin descoperire în predarea matematicii la elevii de clasa a VI-a contribuie la dezvoltarea gândirii critice a acestora, respectiv conduce la îmbunătățirea performanțelor școlare ale elevilor.

În concordanță cu scopul formulat, cercetarea își propune atingerea următoarelor obiective:

O1: stabilirea cauzelor care duc la dificultăți de învățare a noțiunilor matematice, precum și a criteriilor după care elevii se ghidează în învățare;

O2: inventarierea modului în care este privită de către profesori importanța dezvoltării gândirii critice a elevilor;

O3: aflarea opiniei profesorilor de matematică în legătură cu principalele aspecte ale predării și învățării matematicii, mai ales cu privire la metodologia didactică folosită;

O4: conceperea și derularea programului de perfecționare *Dezvoltarea gândirii critice prin predarea matematicii la clasa a VI-a*, program pentru predarea matematicii în scopul dezvoltării gândirii critice a elevilor;

O5: proiectarea de noi conținuturi și strategii de predare-învățare euristică a materiei clasei a VI-a, a unui sistem metodologic numit *CriticMath*;

O6: analiza impactului programului de perfecționare, pe termen scurt și lung, asupra beneficiarilor direcți (profesorii de matematică) și indirecti (elevii lor).

Cercetarea s-a efectuat pe perioade bine determinate, pe durata a patru ani școlari, fiind permanent urmărit scopul cercetării, îndeplinirea obiectivelor propuse și verificarea ipotezelor emise.

Potrivit logicii de cercetare a abordării metodologiei mixte (Muijs, 2004; Creswell, 2018), am delimitat întrebări corespunzătoare fiecărei etape de implementare a studiului (etapa pre-experimentală, etapa experimentală și etapa post-experimentală), deopotrivă cu posibile răspunsuri, sub forma ipotezelor.

Pornind de la problemele identificate în urma analizei curriculumului disciplinei matematică a ciclului gimnazial, am formulat următoarele **ipoteze ale cercetării**:

Ipoteza 1. Predarea matematicii la clasa a VI-a folosind un program educațional bazat pe învățarea prin descoperire și problematizare contribuie la îmbunătățirea performanțelor școlare la matematică ale elevilor.

Ipoteza 2. Predarea matematicii la clasa a VI-a folosind un program educațional bazat pe învățarea prin descoperire și problematizare contribuie la dezvoltarea gândirii critice a elevilor.

Ipoteza 3. Predarea matematicii la clasa a VI-a folosind un program educațional bazat pe învățarea prin descoperire și problematizare contribuie la modificarea percepției profesorilor asupra importanței gândirii critice.

Variabila independentă a cercetării:

Predarea matematicii la clasa a VI-a prin metoda problematizării și a învățării prin descoperire.

Variabilele dependente ale cercetării:

V.D. 1: nivelul performanțelor școlare la matematică.

V.D. 2: gradul de dezvoltare al gândirii critice a elevilor.

V.D. 3: percepția profesorilor asupra importanței gândirii critice.

Astfel ne-am propus implicarea unei populații totale de **668 de elevi** care studiază în județul Caraș-Severin și a 83 de cadre didactice, profesori ai acestor elevi.

Cercetarea s-a desfășurat pe parcursul a patru ani de zile, în perioada anilor școlari 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018 respectiv 2018-2019. În această perioadă, activitățile s-au desfășurat conform programelor în vigoare și în conformitate cu planificările cadrelor didactice de la clasele respective.

Eșantionul de conținut este realizat cu:

- conținuturile predate în timpul experimentului;
- conținutul cursului de formare *Dezvoltarea gândirii critice a elevilor prin predarea matematicii la clasa a VI-a*;
- conținutul testelor aplicate în această perioadă.

Conținuturile predate în timpul experimentului sunt în concordanță cu programa școlară în vigoare pentru disciplina Matematică, aprobată prin Ordinul Ministrului Educației și Cercetării nr. 5097 din 9.09.2009.

Alegerea acestor unități tematice a avut la bază următoarele considerente: obiectivele urmărite, competențele pe care dorim să le formăm, recomandările din programa școlară, reprezentativitatea acestor capitole pentru studiul matematicii, iar ca și exemplificare, vom prezenta câteva situații.

Conținutul tematic și metodologic al cursului de perfecționare are la bază o bibliografie alcătuită din lucrări ale autorilor: Banea Horia, Berinde Vasile, Brânzei Dan, Cârjan Florin, Lupu Costică, Săvulescu Dumitru, Rus Ileana.

În cadrul acestui curs, fiecare conținut tematic a fost gândit pentru a fi predat folosind sistemul metodologic *CriticMath* (Bădescu, 2016). Acest sistem metodologic este conceput de autorul cercetării și constă în următoarele:

- se prezintă o problemă reală, pentru a cărei rezolvare se va face apel la conținutul ce urmează a fi predat;
- se desenează o schiță a problemei descrise;
- se transpune acea problemă în relații matematice;

- se problematizează conținutul;
- se descoperă algoritmi de rezolvare;
- se aplică algoritmi în situații simple;
- se problematizează aplicarea algoritmilor, se modifică acei algoritmi pentru a rezolva probleme noi;
- se rezolvă probleme nonstandard.

Aceste conținuturi ale cursului de perfecționare abordate din prisma sistemului metodologic *CriticMath* au fost publicate în broșura *Descoperind matematica clasei a VI-a*, Editura Graph, 2016.

Referitor la eșantionul de conținut al testelor, au fost aplicate trei teste pe parcursul semestrului I, în anul școlar 2016-2017, în conformitate cu programa școlară, teste ce vizau stabilirea nivelului performanțelor școlare ale elevilor. Tot în această perioadă a mai fost aplicat un test ce măsoară nivelul dezvoltării gândirii critice a elevilor.

Pentru realizarea subiectelor testelor de măsurare a performanțelor școlare ale elevilor s-au consultat lucrările autorilor: Bălăucă Artur, Bădescu Ovidiu, Dăncilă Ioan, Gheorghe Turcitu, Zaharia Maria.

Pentru realizarea subiectelor Concursului Neutrino de măsurare a nivelului gândirii critice a elevilor s-au consultat lucrările autorilor: Liņ Maranda, Bruck Jurgen, Havas Harald, Weber Ken dar și broșurile cu subiectele date la Concursul Național de Matematică LUMINA MATH în anii 2014, 2015, 2016.

Nici una dintre metodele folosite, oricât ar fi fost de complexă și de elaborată, nu ar fi fost suficientă singură pentru realizarea întregului tablou de date necesar, astfel că am recurs la un sistem de metode care, acționând sinergic, au contribuit la construirea unei imagini clare a situației actuale: *Metoda experimentului psiho-pedagogic, metoda observației directe, studiul documentelor curriculare și a altor documente școlare, ancheta pe bază de chestionar, metoda convorbirilor, testele docimologice, administrate ca probe de evaluare scrisă.*

CAPITOLUL V

ETAPELE CERCETĂRII EXPERIMENTALE

Demersurile investigative realizate de noi au integrat trei etape: etapa pre-experimentală, etapa experimentală și etapa post-experimentală.

Etapa pre-experimentală

Scopul etapei pre-experimentale este de a investiga și de a măsura motivația elevilor față de predarea și învățarea matematicii, de identificare a nivelului inițial al cunoștințelor matematice a elevilor și abilitatea aplicării acestor cunoștințe la rezolvarea problemelor de matematică, pentru a forma grupul experimental și pe cel de control.

Împărțirea în cele două eșantioane, în cel experimental și în cel de control, a fost făcută astfel încât numărul de elevi din cele două eșantioane să fie același și mediile de la pre-test să fie apropiate, în cazul nostru media grupului de control era de 5,27, iar a celui experimental de 5,23.

La Concursul Neutrino, ediția I, etapa a 2-a, unde au participat elevii din cele două eșantioane, media punctajelor celor două grupuri este apropiată: de 55,50 la grupul experimental și 53,16 la cel de control.

Etapa experimentală

Etapa formativă a cercetării a constat în elaborarea și implementarea curriculumului de suport elaborat după metodologia CriticMath, axat pe îmbunătățirea performanțelor școlare la matematică și a dezvoltării gândirii critice a elevilor din clasa a VI-a prin predarea matematicii.

Curriculumul de suport a fost implementat la eșantioanele experimentale în anul școlar 2016-2017, pe parcursul semestrului I.

Implementarea s-a realizat de către cadrele didactice care predau matematica la clasele de elevi din eșantioanele experimentale.

Această etapă s-a desfășurat în perioada septembrie 2016 - februarie 2017, profesorii grupului experimental au predat folosind ideile din broșura „Descoperind matematica clasei a VI-a”, iar pe parcursul acestei perioade au avut loc testările:

- testarea 1, octombrie 2016: test pe conținuturile programei clasei a VI-a: Mulțimea numerelor naturale. Dreapta

- testarea 2, decembrie 2016: test pe conținuturile programei clasei a VI-a: Mulțimea numerelor raționale pozitive. Unghiuri

- testarea 3, ianuarie 2016: test pe conținuturile programei clasei a VI-a: Mulțimea numerelor naturale. Mulțimea numerelor raționale pozitive. Dreaptă. Unghiuri. Congruența triunghiurilor.

Subiectele acestor teste sunt adaptate cerințelor programei școlare și rezultatele testărilor sunt folosite pentru măsurarea performanțelor școlare ale elevilor.

Pentru a măsura nivelul dezvoltării gândirii critice a elevilor folosim rezultatele concursului Neutrino, din 9.12.2016.

Scopul cu care s-a desfășurat etapa experimentală a cercetării, a fost acela de a studia dacă predarea matematicii folosind problematizarea și învățarea prin descoperire contribuie la îmbunătățirea performanțelor școlare ale elevilor din grupul experimental și la dezvoltarea gândirii critice a acestora.

Tot în această etapă a mai fost aplicat un chestionar în scopul investigării modificării atitudinii față de importanța gândirii critice a cadrelor didactice participante la cursul *Dezvoltarea gândirii critice prin predarea matematicii la clasa a VI-a*. Acest chestionar a fost completat atât la începutul cursului, cât și spre finalul cursului, pentru a vedea modificările apărute. Chestionarul poate fi consultat în *Anexa 7* și prin aplicarea acestui chestionar am urmărit următoarele obiective:

- stabilirea nivelului importanței gândirii critice;
- modul în care este folosită problematizarea și învățarea prin descoperire

Tuturor profesorilor cuprinși în experimentul didactic (83 de cadre didactice), atât celor din grupul experimental, cât și celor din grupul de control li s-a aplicat un chestionar în mai 2016 și același chestionar în 14 septembrie 2016, dată la care profesorii din grupul experimental au finalizat cursul *Dezvoltarea gândirii critice prin predarea matematicii la clasa a VI-a*.

Celor 42 de cadre didactice prezente la cursul de formare *Dezvoltarea gândirii critice prin predarea matematicii la clasa a VI-a* li s-a aplicat un chestionar în scopul descoperirii atitudinii lor față de importanța dezvoltării gândirii critice, chestionar aplicat atât înainte de începerea cursului de formare cât și după finalizarea acestuia. Ca și rezultate, la începutul acestui curs, doar 4 profesori spuneau că este importantă gândirea critică, 31 profesori spuneau că nu e importantă, iar restul de 7 de profesori nu și-au exprimat părerea în acest sens. La finalul acestui curs, ponderea e total schimbată: avem 32 de profesori care consideră importantă gândirea critică, 8 care consideră că nu e importantă, iar 2 profesori nu și-au exprimat părerea.

Tot în această etapă a cercetării s-au aplicat 3 teste de măsurare a performanțelor școlare la matematică, atât elevilor din grupul experimental, cât și celor din grupul de

control, a căror rezultate le prezentăm în continuare. Prezentarea lor va fi făcută schematic, urmând să revenim cu interpretarea rezultatelor în SPSS în capitolul următor.

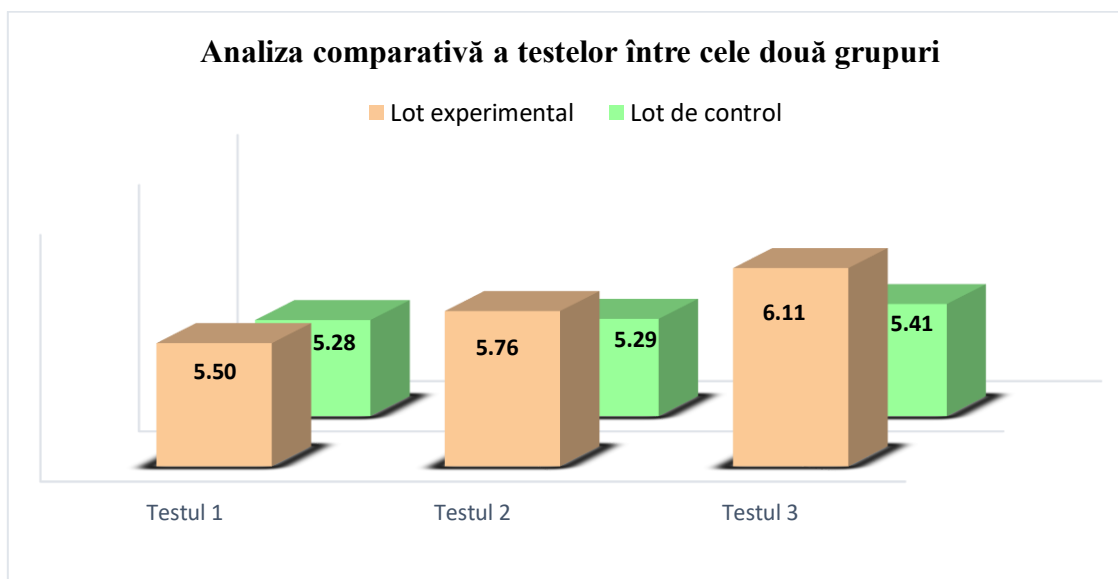


Figura V.1. Analiza comparativă a mediilor celor 3 teste de măsurare a performanțelor școlare a elevilor din cele două grupuri

Media notelor la testul 1 de măsurare a performanțelor școlare este de 5,50 la grupul experimental și de 5,28 la cel de control, la testul 2 de este de 5,76 la grupul experimental și de 5,29 la cel de control, iar la testul 3 de măsurare a performanțelor școlare este de 6,11 la grupul experimental și de 5,41 la cel de control.

Tot în etapa experimentală s-a mai aplicat și al doilea test de măsurare a nivelului gândirii critice a elevilor din cele două eșantioane, dorind să studiem dacă predarea bazată pe problematizare și învățare prin descoperire la elevii grupului experimental conduce la dezvoltarea gândirii critice a elevilor acestui grup.

La acest concurs de măsurare a nivelului gândirii critice a elevilor (Neutrino, ediția a II-a, etapa 1), media punctajelor elevilor din grupul experimental este de 69,69, cu 17,26 mai mare decât cea a grupului de control.

Etapa post-experimentală

În etapa post-experimentală a fost administrat post-testul, atât elevilor din grupa experimentală, cât și celor din grupa de control, la trei luni după finalizarea intervenției. (Anexa 16)

Tot în această etapă am studiat dacă performanța elevilor din grupul experimental este în mod semnificativ superioară elevilor din grupul de control, aceasta reflectându-se în rezultatele obținute la examenul de Evaluare Națională, în cadrul disciplinei matematică, testare ce s-a desfășurat la finalul clasei a 8-a, adică la o distanță de 2 ani și 3 luni de la finalul intervenției noastre.

Pentru a verifica stabilitatea în timp a abilităților de gândire critică a elevilor, comparăm rezultatele de la grupul experimental cu cele ale grupului de control de la etapa a II-a a Concursului Neutrino, în mai 2017. Vom vedea că schimbarea produsă nu numai că este pe termen lung și nu scade odată cu trecerea timpului, dar și faptul că intervenția a creat o serie de abilități de gândire critică pe care elevii le folosesc în continuare pentru a-și îmbunătăți performanța, cu toate că intervenția a luat sfârșit.

Scopul etapei post-experimentale a cercetării, a fost acela de a verifica atât stabilitatea performanțelor școlare ale elevilor cât și a menținerii nivelului gândirii critice.

La 3 luni după finalizarea intervenției, pentru a verifica stabilitatea abilităților dezvoltate la elevii din grupul 1 experimental, s-a aplicat un post-test iar rezultatele arată că media elevilor din grupul experimental este de 6,50 iar a elevilor din grupul de control este de 5,49.

La o distanță de 2 ani și 3 luni de la finalizarea intervenției, la examenul de Evaluare Națională din iunie 2019, media elevilor din grupul experimental este de 7,35 față de 6,50 care este media aceluiași grup la post-test.

La concursul Neutrino, concurs de măsurare a nivelului gândirii critice a elevilor (ediția a II-a, etapa a 2-a), media punctajelor elevilor din grupul experimental este de 68,09 față de media punctajelor elevilor din grupul de control care este de 52,11.

CAPITOLUL VI

REZULTATELE CERCETĂRII: ANALIZA, PREZENTAREA ȘI INTERPRETAREA DATELOR

Verificarea ipotezelor cercetării a fost realizată cu programul de statistică SPSS cu ajutorul căruia s-au rulat testele t pereche, pentru a se putea constata dacă diferențele evidente dintre rezultatele pe care elevii le-au obținut la testele de evaluare sunt semnificative statistic. Apoi s-a folosit Analiza de Varianță (ANOVA) mixtă bifactorială, cu factorul *Timp* (test inițial, test 1, test 2, test 3) și factorul *Grup* (Experimental, de Control) (Mauchly, 1940) cu corecții Greenhouse-Geisser (Greenhouse&Geisser, 1959) și teste t pentru eșantioane independente, pentru a compara dacă există diferențe semnificative între performanța grupului experimental și a celui de control pe parcursul și la finalul intervenției.

Analizele descriptive ale cercetării și analiza datelor colectate prin intermediul chestionarului aplicat profesorilor implicați atât în studiul experimental cât și din grupul de control, au fost verificate folosind programul Word Excel. Rezultatele au fost analizate prin identificarea proporțiilor răspunsurilor profesorilor la întrebările din chestionar și au fost reprezentate prin diagrame.

Testarea Ipotezei 1, adică *Predarea matematicii la clasa a VI-a folosind un program educațional bazat pe învățarea prin descoperire și problematizare contribuie la îmbunătățirea performanțelor școlare la matematică ale elevilor* a fost realizată aplicând testul t -pair.

Alăturat, în Tabelul VI.2, se observă media notelor obținute de elevii participanți la studiul experimental este mai mare la testul 1 ($M=5.49$, $DS=2.07$), decât media notelor obținute de aceiași elevi la testul inițial ($M=5.23$, $DS=2.09$), diferență semnificativă statistic pentru $t_{(333)}=-8.82$, $p<.001$.

Comparația între testul 2 ($M=5.75$, $DS=2.10$) și testul 1 ($M=5.49$, $DS=2.07$) indică o creștere semnificativă statistic pentru $t_{(333)}=-9.87$, $p<.001$.

De asemenea, creșterea mediilor elevilor la teste, datorată intervenției propuse, este valabilă și între testul 2 ($M=5.75$, $DS=2.10$) și testul 3 ($M=6.10$, $DS=2.06$), pentru $t_{(333)}=-16.78$, $p<.001$.

Analiza datelor pentru grupul de control nu arată o creștere semnificativă statistic între testul inițial ($M=5.26$, $DS=2.07$) și testul 1 ($M=5.28$, $DS=2.04$), și de asemenea între testul 1 și testul 2, unde mediile sunt identice ($M=5.28$, $DS=2.04/2.05$), însă arată o creștere

semnificativă statistic între testul 2 (M=5.28, DS=2.05) și testul 3 (M=5.40, DS=2.07), pentru $t_{(333)}=-5.27$, $p<.001$.

Tabel VI.2. Mediile la testele de evaluare ale elevilor participanți la studiu (N=334)

Grup			Media	Nr. participanți	Deviația standard	Eroarea standard
de control	Pair 1	Test_inițial	5,26	334	2,07	,11
		Test_1	5,28	334	2,04	,11
	Pair 2	Test_1	5,28	334	2,04	,11
		Test_2	5,28	334	2,05	,11
	Pair 3	Test_2	5,28	334	2,05	,11
		Test_3	5,40	334	2,07	,11
experimental	Pair 1	Test_inițial	5,23	334	2,09	,11
		Test_1	5,49	334	2,07	,11
	Pair 2	Test_1	5,49	334	2,07	,11
		Test_2	5,75	334	2,10	,11
	Pair 3	Test_2	5,75	334	2,10	,11
		Test_3	6,10	334	2,06	,11

Tabel VI.3. Diferențe între rezultatele la testele de evaluare ale elevilor participanți

Grup			Diferențele între perechi			t	df	P		
			Media	Deviația standard	Eroarea standard	95% interval de încredere al dif. dintre medii				
						Nivel scăzut	Nivel ridicat			
de control	Pair 1	Test_inițial - Test_1	-,01	,60	,03	-,08	,04	-,49	333	,618
	Pair 2	Test_1 - Test_2	-,00	,44	,02	-,04	,04	-,07	333	,941
	Pair 3	Test_2 - Test_3	-,12	,41	,02	-,16	-,07	-5,27	333	,000
experimental	Pair 1	Test_inițial - Test_1	-,26	,55	,03	-,32	-,20	-8,82	333	,000
	Pair 2	Test_1 - Test_2	-,25	,47	,02	-,31	-,20	-9,87	333	,000
	Pair 3	Test_2 - Test_3	-,35	,38	,02	-,39	-,31	-16,78	333	,000

Datele obținute în urma analizelor statistice continuă verificarea rezultatelor cu analiza ANOVA prezentată în Tabelul VI.4 (Efecte Within) și Tabelul VI.2 (Efecte Between). Pentru efectele Within, asumția de sfericitate nu a fost respectată, după cum ne arată testul lui Mauchy (.67, $p<.001$) – drept urmare, reportăm aceste efecte conținând corecțiile Greenhouse-Geisser. După cum se poate observa, am obținut un efect principal

semnificativ al variabilei timp, ($F_{(2.39, 1572.55)}=198.8$, $p<.001$, $\eta^2=.20$), ceea ce indică faptul că există diferențe între momentele testării. Interacțiunea timp*grup este și ea semnificativă, ($F_{(2.39, 1572.55)}= 129.4$, $p<.001$, $\eta^2=.13$), indicând faptul că există diferențe între cele două grupuri la momente diferite în timp.

Tabel VI.4. Rezultate performanță matematică, efecte Within.

	Corecția sfericității	Suma pătratelor	df	Media pătratelor	F	p	η^2
Timp	Greenhouse- Geisser	86.78	2.39	36.25	198.8	.001	0.20
Timp *GRUP	Greenhouse- Geisser	56.50	2.39	23.60	129.4	.001	0.13
Residual	Greenhouse- Geisser	286.76	1572.55	0.18			

În ceea ce privește efectele Between la rezultatele ce indică performanța la matematică ale elevilor, efectul principal al factorului grup este și el semnificativ, ($F_{(1,659)}=5.31$, $p=.021$, $\eta^2=.008$), deci cele două grupuri au performanțe semnificativ diferite (tabel VI.5).

Tabel VI.5. Rezultate performanță matematică, efecte Between.

	Suma pătratelor	df	Media pătratelor	F	p	η^2
GRUP	90.27	1	90.27	5.31	.021	.008
Residual	11166.01	657	17.00			.008

Au fost folosite teste t pentru eșantioane independente în ceea ce urmează, pentru a vedea dacă grupul de control și cel experimental sunt diferite deja pe parcurs, la momentele testului inițial și testului 1, dar și la finalul intervenției, la momentul testului 3. Rezultatele pot fi vizualizate în Tabelul VI.6.

Tabel VI.6. Rezultate performanță matematică, teste t eșantioane independente

	t	df	p
Cinci_luni_T1	-1.52	657.0	.127
Șapte_luni_T2	-2.90	657.0	.004
Posttest_8 luni_T3	-4.77	657.0	.001

Alăturat se poate observa o diferență semnificativă între cele două grupuri, deja pe parcursul testării, la momentul testului 1, după 7 luni de intervenție ($t_{(657)}=-2.90$, $p=.004$), ceea ce ne confirmă Ipoteza 1.

Validarea în timp a programului de intervenție implică analiza diferențelor în timp la nivelul performanțelor școlare și după o perioadă de 3 luni de la sfârșitul intervenției, dar și la doi ani și jumătate după finalizarea acesteia.

Analizarea diferențelor în timp la nivelul performanțelor școlare și după o perioadă de 3 luni de la sfârșitul intervenției presupune o analiză care s-a efectuat testul t pereche și rezultatele arată o creștere semnificativă statistic, $t_{(333)}=-12.86$, $p<.001$ (Tabel VI.8), astfel că rezultatele la testul de la 3 luni după finalizarea intervenției sunt mai mari ($M=6.49$, $DS=1.98$) decât cele de la finalul intervenției ($M=6.10$, $DS=2.06$) (Tabel VI.7). Și pentru grupul de control se observă aceeași creștere semnificativă statistic, $t_{(333)}=-3.65$, $p<.001$, unde rezultatele de la testul 3 sunt mai mici ($M=5.40$, $DS=2.07$) decât la testul de la 3 luni după finalizarea intervenției ($M=5.49$, $DS=2.16$).

Tabel VI.7. Mediile la testele de evaluare ale elevilor participanți la studiu după finalizarea intervenției

Grup			Media	Nr. participanți	Deviația standard	Eroarea standard
de control	Pair 1	Test_3	5,40	334	2,07	,11
		Test_după_3_luni	5,49	334	2,16	,11
experimental	Pair 1	Test_3	6,10	334	2,06	,11
		Test_după_3_luni	6,49	334	1,98	,10

Tabel VI.8. Diferențe între rezultatele la testele de evaluare ale elevilor participanți la trei luni după intervenție

Grup	Diferențele între perechi				t	df	P
	Media	Deviația standard	Er. a standard	95% interval de încredere al dif. dintre medii			

				Nivel scăzut		Nivel ridicat				
de control	Pair 1	Test_3 -	-,08	,42	,02	-,13	-,03	-3,65	333	,000
		Test_după_3_luni								
experimental	Pair 1	Test_3 -	-,38	,54	,03	-,44	-,32	-12,86	333	,000
		Test_după_3_luni								

De asemenea, s-a obținut o diferență semnificativă între grupuri la momentul testului de după 3 luni ($t_{(657)}=-4.77$, $p<.001$), indicând faptul că, la finalul testării, elevii din grupul experimental au performanțe superioare celor din grupul de control. În altă ordine de idei, putem nota faptul că această diferență dintre cele două grupuri pare să crească gradual, după cum ne indică pragul p de semnificație statistică: dacă la momentul T1 cele două grupuri nu erau semnificativ diferite ($p=.127$ – se pare că 5 luni nu sunt suficiente), la momentul T2 diferența este deja semnificativă ($p=.004$), urmând ca la final, după un total de 8 luni, diferența să fie extrem de semnificativă ($p<.001$).

În urma acestei analize se poate menționa că se menține nivelul performanțelor școlare și după o perioadă de 3 luni de la sfârșitul intervenției.

Asigurarea menținerii efectelor intervenției chiar și la doi ani și jumătate după finalizarea acesteia, pentru grupul experimental, a impus compararea rezultatelor de la testul 3 ($M=6.20$, $DS=1.98$) care sunt mai mici decât cele de la evaluarea națională ($M=7.34$, $DS=1.74$) (Tabel VI.9), rezultate semnificative statistic pentru $t_{(326)}=-26.68$, $p<.001$ (Tabel VI.10). Pentru grupul de control, de asemenea, se poate observa că rezultatele de la evaluarea națională sunt mai mari ($M=6.62$, $DS=1.74$) decât cele de la testul 3 ($M=5.50$, $DS=2.01$), semnificative statistic pentru $t_{(324)}=-31.82$, $p<.001$. Acest rezultat evidențiază că schimbarea produsă nu numai că este pe termen lung, în sensul în care nu scade odată cu trecerea timpului, dar și faptul că intervenția a creat o serie de abilități pe care elevii le folosesc în continuare pentru a-și îmbunătăți performanța, cu toate că intervenția a luat sfârșit.

Tabel VI.9. Mediile la testele de evaluare ale elevilor participanți la studiu la sfârșitul programului de intervenție și la o diferență de peste doi ani

Grup		Media Nr.	Deviația standard	Eroarea standard		
de control	Pair 1	Test_3	5,50	325	2,01	,11
		Evaluare_Nnațională_2019	6,62	325	1,74	,09
experimental	Pair 1	Test_3	6,20	327	1,98	,10
		Evaluare_Națională_2019	7,34	327	1,74	,09

Tabel VI.10. Diferențe între rezultatele elevilor participanți la studiu la Evaluarea Națională

Grup	Diferențele între perechi					t	df	P
	Media	Deviația standard	Eroarea standard	95% interval de încredere al dif. dintre medii				
				Nivel scăzut	Nivel ridicat			
de control	Pair 1	Test_3 - Evaluare_Naț_2019	-1,11 ,63 ,03	-1,18	-1,05	-31,82	324	,000
experimental	Pair 1	Test_3- Evaluare_Naț_2019	-1,14 ,77 ,04	-1,23	-1,06	-26,68	326	,000

Elevii din grupul experimental și cei din grupul de control au performanțe semnificativ diferite, așa cum ne indică testul t pentru eșantioane independente ($t_{(650)}=-5.30$, $p<.001$) - această diferență poate fi vizualizată și în Figura VI.3. Conform așteptărilor noastre, ipoteza 3 se confirmă, indicând faptul că mediile grupului experimental sunt mai mari decât cele ale grupului de control la momentul T5. Drept urmare, concluzionăm că abilitățile dobândite în urma intervenției educaționale au efecte pe termen îndelungat și se aplică într-un context diferit de testare (examenul național).

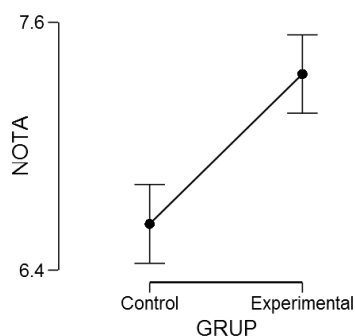


Figura VI.3. Notele obținute de către elevii din cele două grupuri la examenul național, disciplina matematică.

Ipoteza 2 s-a referit la dezvoltarea gândirii critice a elevilor prin predarea matematicii la clasa a VI-a folosind un program educațional bazat pe învățarea prin descoperire și problematizare, astfel că s-a utilizat comparația dintre mediile elevilor participanți la două concursuri pe parcursul a 6 luni.

La grupul experimental se poate observa că punctajul celui de-al doilea concurs ($M=69.61$, $DS=24.46$) este mai mare decât cel de la primul concurs ($M=56.86$, $DS=24.01$) (tabelul VI.12), pentru $t_{(270)}=-13.55$, $p<.001$ (Tabel VI.13), iar pentru grupul de control

diferența nu este semnificativă statistic, ceea ce vine să întărească ipoteza deja susținută de date.

Tabel VI.12. Punctajele la concursul de gândire critică ale elevilor participanți la studiu

Grup			Media	Nr. participanți	Deviația standard	Eroarea standard
de control	Pair 1	Punctaj_concurs_V_27.05.2016	54,86	225	23,77	1,58
		Punctaj_concurs_VI_9.12.2016	54,77	225	23,74	1,58
experimental	Pair 1	Punctaj_concurs_V_27.05.2016	56,86	271	24,01	1,45
		Punctaj_concurs_VI_9.12.2016	69,61	271	24,46	1,48

Tabel VI.13. Diferențele între punctajele de la concursurile de gândire critică ale elevilor participanți la studiu

Grup			Diferențele între perechi			t	df	P		
			Media	Deviația st.	Eroare standard	95% interval de încredere al dif. Dintre medii Nivel scăzut Nivel ridicat				
de control	Pair 1	Punctaj_concurs_V_27.05.2016 –	,08	10,57	,70	-1,30	1,47	,12	224	,900
		Punctaj_concurs_VI_9.12.2016								
experimental	Pair 1	Punctaj_concurs_V_27.05.2016 –	-12,74	15,48	,94	-14,60	-10,89	-13,55	270	,000
		Punctaj_concurs_VI_9.12.2016								

Rezultatele ANOVA la testele ce măsoară gândirea critică sunt prezentate în tabelul VI.14 și în tabelul VI.15, pentru cele două grupuri, la momentele concursului Neutrino din 20.05.2016 și din 9.12.2016. Pentru analiza gândirii critice s-au folosit numai datele de la acei elevi care au participat la ambele momente ale testării. Drept urmare, datele de la un număr de 257 de elevi au contribuit pentru grupul experimental și 225 elevi pentru grupul de control. S-a obținut un efect principal semnificativ al variabilei timp, ($F_{(1, 482)}=75.48$ $p<.001$, $\eta^2=.13$), ceea ce indică faptul că există diferențe între punctajul de la concursul din 20.05.2016 și punctajul de la concursul din 9.12.2016. Interacțiunea timp*grup este și ea semnificativă, ($F_{(1, 482)}=18.20$, $p<.001$, $\eta^2=.03$), indicând faptul că există diferențe între cele două grupuri la momente diferite în timp. În ceea ce privește efectele Between, cele două

grupuri nu au performanțe semnificativ diferite, dacă nu se ține cont de efectele factorului Timp.

Tabel VI.14. Rezultatele pentru gândirea critică, efecte Within.

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	p	η^2
Timp	4216	1	4215.81	75.48	.001	.13
Timp*Grup	1017	1	1016.73	18.20	.001	.03
Residual	26420	482	55.86			

Tabel VI.15. Rezultatele pentru gândirea critică, efecte Between.

Efecte Between						
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	p	η^2
Grup	1087	1	1087	1.06	.302	.002
Residual	481583	482	1018			

Rezultatele ne indică faptul că cele două grupuri au într-adevăr performanțe semnificativ diferite la momentul concursului din 20.05.2016 ($t_{(482)}=2.00$, $p=0.045$). Cu alte cuvinte, se pare că Ipoteza 2 se confirmă, elevii din grupul experimental dezvoltând abilități de gândire critică superioare, ca urmare a intervenției educaționale.

Analiza datelor a continuat cu verificarea menținerii în timp a capacității de gândire critică dezvoltată de elevi în urma participării la programul prezentat anterior. Pentru grupul experimental rezultatele arată diferențe semnificative statistic astfel: punctajul de la concursul al treilea este mai mare ($M=68.05$, $DS=24.06$) decât punctajul de la primul concurs ($M=57.05$, $DS=24.05$) (Tabel VI.16) pentru $t_{(266)}=-11.39$, $p<.001$ (Tabel VI.17), iar punctajul de la concursul al treilea ($M=68.05$, $DS=24.06$) este mai mic decât punctajul de la concursul al doilea ($M=70.16$, $DS=24.24$), rezultat semnificativ pentru $t_{(265)}=3.42$, $p=.001$. pentru grupul de control rezultatele nu sunt semnificative statistic.

Tabel VI.16. Punctajele la o distanță de trei luni după intervenție ale elevilor participanți la concursurile de gândire critică

Grup			Media Nr.	Deviația	Eroarea	
			participanți	standard	standard	
de control	Pair 1	Punctaj_concurs_V_27.05.2016	54,60	226	23,97	1,59
		Punctaj_concurs_VI_19.05.2017	54,35	226	24,02	1,59
	Pair 2	Punctaj_concurs_VI_9.12.2016	53,41	234	24,28	1,58
		Punctaj_concurs_VI_19.05.2017	53,09	234	24,54	1,60
experimental	Pair 1	Punctaj_concurs_V_27.05.2016	57,05	267	24,05	1,47
		Punctaj_concurs_VI_19.05.2017	68,05	267	24,06	1,47
	Pair 2	Punctaj_concurs_VI_9.12.2016	70,16	266	24,24	1,48
		Punctaj_concurs_VI_19.05.2017	68,12	266	24,08	1,47

Tabel VI.17. Diferențele între punctajele de la concursul de gândire critică la trei luni după intervenție

Grup			Diferențele între perechi			t	df	P		
			Media	Deviația standard	Eroare standard				95% interval de încredere al dif. dintre medii	
									Nivel scăzut	Nivel ridicat
de control	Pair 1	Punctaj_V 20.05.2016 –	,24	11,32	,75	-1,24	1,72	,32	225	,747
		Punctaj_VI 19.05.2017								
	Pair 2	Punctaj_VI 9.12.2016 –	,32	9,81	,64	-,94	1,58	,49	233	,618
		Punctaj_VI 19.05.2017								
experimental	Pair 1	Punctaj_V 20.05.2016 –	-10,99	15,75	,96	-12,89	-9,09	-11,39	266	,000
		Punctaj_VI 19.05.2017								
	Pair 2	Punctaj_VI 9.12.2016 -	2,04	9,76	,59	,87	3,22	3,42	265	,001
		Punctaj_VI 19.05.2017								

Modificarea comportamentului specific gândirii critice la grupul experimental nu numai că este de termen lung și nu scade odată cu trecerea timpului, ba chiar crește în timp, posibil pentru că intervenția a creat o serie de abilități pe care elevii le folosesc în continuare pentru a-și îmbunătăți gândirea critică. Astfel că ipoteza 2 este susținută de datele statistice.

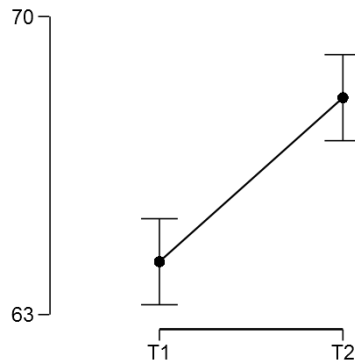


Figura VI.4. Evoluția nivelului gândirii critice în timp

Modificarea performanței în sens ascendent la momentul T2 – Posttest indică faptul că abilitățile de gândire critică a grupului experimental continuă să se dezvolte în timp, după ce intervenția educativă a luat sfârșit. Axa Oy indică rezultatele medii la testele aplicate la cele două momente în timp (măsurate pe o scală de la 0 la 100).

Referitor la îmbunătățirea percepției cadrelor didactice cu privire la importanța gândirii critice ca și comportament în contextul predării matematicii, alăturat se prezintă statistic opinia cadrelor didactice intervievate.

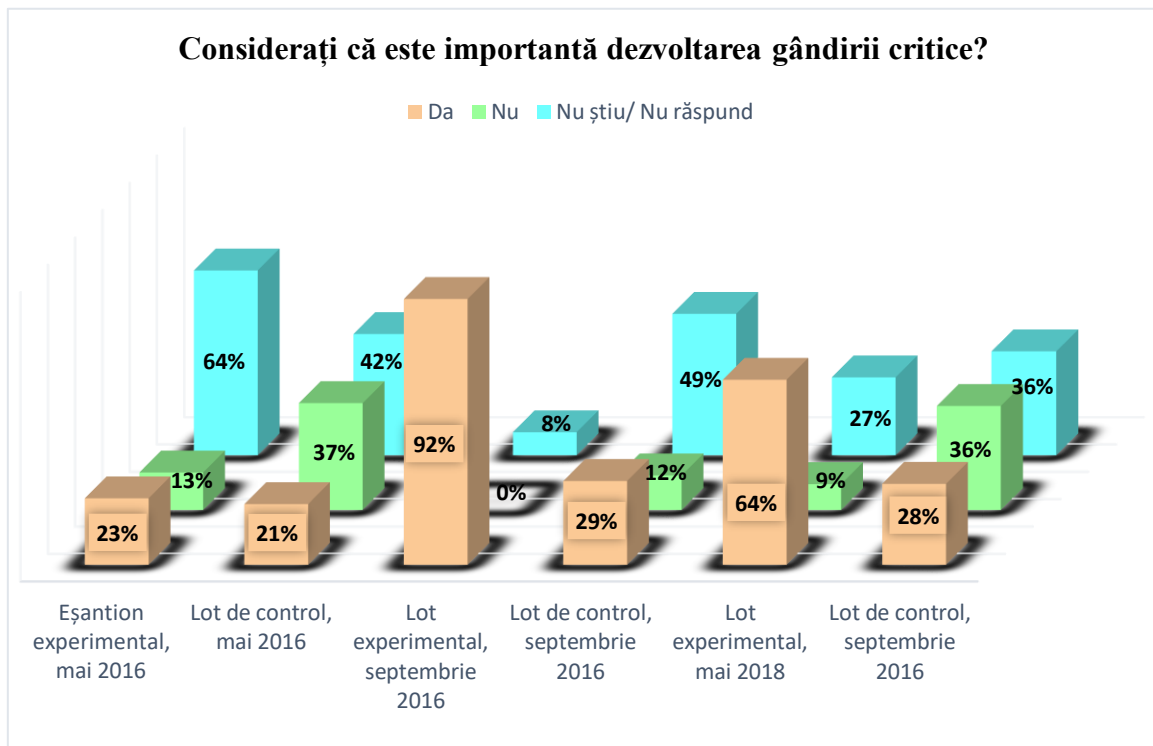


Figura VI.12. Opinia referitoare la importanța gândirii critice

Datele de mai sus arată că 77% dintre respondenți ai grupului experimental, în etapa inițială considerau că nu este necesară dezvoltarea gândirii critice sau preferau să nu răspundă. Situația se schimbă radical după intervenția formativă, 92% dintre aceștia

considerând că este necesară dezvoltarea gândirii critice (sept. 2016). Procentul cvasiidentificat din etapa inițială din grupul de control, de 79% care consideră că nu este necesar sau nu răspund este deopotrivă îngrijorător. Procentul este apropiat și în 2018, el fiind 72% pentru grupul de control. Astfel de date au potențial explicativ pentru performanța elevilor la PISA, din păcate.

Cadrele didactice din grupul experimental care au participat la cursul de formare au început să predea folosind problematizarea și învățarea prin descoperire. Ca urmare a acestui fapt, procentul cadrelor didactice care dezvoltă gândirea critică folosind problematizarea și învățarea prin descoperire crește la grupul experimental, ajungând la 48% în septembrie 2018.

CAPITOLUL VII

CONCLUZIILE CERCETĂRII

Vom analiza rezultatele cercetării din perspectiva celor trei mari direcții:

1. Predarea matematicii la clasa a VI-a cu ajutorul unui program educațional bazat pe învățarea prin descoperire și problematizare contribuie la îmbunătățirea performanțelor școlare la matematică ale elevilor.

Putem sumariza rezultatele în ceea ce privește performanța matematică a elevilor din cele două grupuri ca urmare a intervenției educaționale, astfel:

- elevii din grupul experimental încep să aibă rezultate mai bune decât cei din grupul de control deja pe parcursul intervenției după 7 luni de la testul inițial; aceste diferențe se accentuează odată cu trecerea timpului, așa cum ne arată rezultatele obținute după 8 luni de la testul inițial;
- performanța superioară a elevilor din grupul experimental persistă odată cu încheierea intervenției educaționale, indicând că învățarea produsă are efecte pe termen lung.

Abilitățile dobândite de elevii din grupul experimental în urma intervenției educaționale au efecte pe termen îndelungat și se aplică într-un context diferit de testare, așa cum ne arată rezultatele la examenul național.

Rezultatele superioare ale elevilor din clasele experimentale comparativ cu cele ale elevilor din clasele de control, ne permit să concluzionăm că predarea matematicii prin problematizare și învățare prin descoperire duce la creșterea performanțelor școlare ale elevilor, dar produc și efecte favorabile în ceea ce privește trăinicia cunoștințelor și a abilităților însușite, în consonanță cu rezultate similare obținute de alte studii în domeniu (Bocoș, 1998, Vlaicu, 2013).

2. Predarea matematicii la clasa a VI-a pornind de la premisele programului educațional ce are la bază învățarea prin descoperire și problematizare contribuie la dezvoltarea gândirii critice a elevilor.

Utilizarea sistematică a problematizării și descoperirii influențează însăși nivelul dezvoltării gândirii critice a elevilor. Dacă la începutul experimentului elevii abordau rezolvarea problemelor de matematică bazându-se pe combinarea aleatorie a datelor din ipoteză, către sfârșitul experimentului elevii din grupul experimental construiesc argumentat raționamentul rezolvării, având ca scop obținerea concluziei prin cea mai simplă metodă.

Treptat, elevii din grupul experimental devin conștienți că o decizie argumentată are mai multe șanse de reușită în rezolvarea unei probleme și își transformă propria învățare

dintr-o acumulare de cunoștințe matematice izolate, într-o învățare ce pune accent pe înțelegerea noilor achiziții, pe corelarea lor cu cele vechi, pe prevederea, explicarea și rezolvarea de probleme concrete. Numai în aceste condiții putem spune că învățarea este conștientă, adică elevii au înțeles, au integrat noile achiziții în structura cognitivă proprie și că au interiorizat conținutul informațional respectiv.

Evaluat în cadrul unor concursuri organizate pe o perioadă lungă de timp pentru confirmarea validității programului de intervenție, nivelul gândirii critice crește semnificativ doar la grupul experimental, ceea ce vine să sprijine rolul implementării unui astfel de program în activitatea cu copiii. Astfel, concluzionăm că elevii din grupul experimental dezvoltă abilități de gândire critică superioare celor din grupul de control, abilitate care continuă, se pare, să se dezvolte în timp, după finalizarea intervenției.

Rezultatele obținute ne permit să concluzionăm că predarea matematicii prin problematizare și învățare prin descoperire duce la dezvoltarea gândirii critice a elevilor, în consonanță cu rezultate similare obținute de alte studii în domeniu (Fischer, 2009, Halpern, 2014, Cai, Leikin, 2020).

3. Predarea matematicii la clasa a VI-a folosind un program educațional bazat pe învățarea prin descoperire și problematizare contribuie la modificarea percepției profesorilor asupra importanței gândirii critice.

Parcursul de către cadrele didactice a unui curs în care să învețe să aplice în activitatea didactică problematizarea și învățarea prin descoperire duce la o schimbare majoră în opinia acestora referitoare la importanța dezvoltării gândirii critice a elevilor. Așadar, este nevoie să învățăm matematica într-un mod care are sens și relevanță, mai degrabă decât prin subiecte izolate.

Opinia favorabilă a profesorilor asupra importanței dezvoltării gândirii critice a elevilor a crescut de asemenea pe parcursul acestui experiment, de la 23% la 64%.

O clasă care promovează gândirea critică și creativă oferă oportunități pentru:

- gândire la nivel superior în contexte autentice și semnificative;
- rezolvarea complexă a problemelor;
- răspunsuri argumentate;
- asumarea deciziilor.

În urma dezvoltării acestui program educațional bazat pe problematizare și învățare prin descoperire, inițiatorul acestui program contribuie la:

- stabilirea analogiei problemelor de tip PISA cu instrumentul de măsurare a gândirii critice Watson-Glaser;

- conceperea și desfășurarea cursului de perfecționare *Dezvoltarea gândirii critice prin predarea matematicii la clasa a VI-a*. Acest curs al cărui impact asupra manierei în care profesorii de matematică și-au schimbat atitudinea și comportamentul didactic în scopul dezvoltării gândirii critice la elevi, este detaliat prezentat în Bădescu, Stan (2020);
- conceperea sistemului metodologic *CriticMath, publicat* (Bădescu, 2016);
- conceperea, pe baza instrumentului de măsurare a gândirii critice Watson-Glaser, a itemilor de măsurare a gândirii critice a elevilor. Acești itemi au fost folosiți în cadrul subiectelor concursului Neutrino pe care l-am inițiat și derulat anual.

Limitele cercetării

Prima dintre limitările cercetării de față o constituie durata desfășurării intervenției ceea ce poate avea influență asupra rezultatelor. O durată mai mare a intervenției, de minim un an de zile ar fi fost mai elocventă în acest sens.

O altă limitare a cercetării a fost conceperea testelor de progres (testele 1-3). Aceste teste au conținut, pe lângă problemele standard și o problemă în care elevii trebuiau să descopere soluția. Acest lucru a putut fi un avantaj pentru elevii din grupul de control, deoarece rezolvarea exercițiilor și problemelor standard era deja un automatism pentru ei, dar problema non-standard era avantaj pentru cei din grupul experimental.

Neparticiparea tuturor elevilor la testele de gândire critică, mai mult, procentul diferit de 77% la grupul de control și de 85% la cel experimental, ar fi putut influența rezultatele.

Alegerea profesorilor participanți în grupul experimental și grupul de control a fost realizată în funcție de grupul în care erau incluși elevii proprii.

Premise ale viitoarelor cercetări

Participarea la experimentul nostru didactic le-a oferit profesorilor modalități de îmbunătățire a procesului de învățământ. Entuziamul lor din timpul cursului de formare precum și din toată perioada experimentului ne face să afirmăm că nu doar elevii au fost câștigați, ci și profesorii lor. Atitudinea și implicarea diferită a profesorilor au produs schimbare în ceea ce privește îmbunătățirea performanțelor școlare și dezvoltarea gândirii critice a elevilor.

Ca urmare a acestui experiment didactic, propunem câteva sugestii profesorilor pentru creșterea performanțelor școlare și a dezvoltării gândirii critice a propriilor elevi:

1. să fie motivați și motivați atunci când predau matematica;
2. să planifice atent strategiile de predare-învățare pe care le vor folosi;
3. să folosească, atunci când e posibil, problematizarea și învățarea prin descoperire ca și metode didactice;

4. să încurajeze progresul elevilor, nu doar nota obținută;
5. să încurajeze dialogul elev-profesor și elev-elev;
6. să prezinte conținuturile pornind de la o aplicabilitate practică, de la o provocare pe care trebuie să o rezolve și să arate cum ceea ce va preda va ajuta la rezolvarea problemei;
7. să pună accent pe colaborarea elevilor, nu pe competiție;
8. să colaboreze cu alți colegi, de aceeași specialitate și nu numai;
9. să accepte părerile proprii ale elevilor;
10. să ajute elevul, punându-i întrebări, să conștientizeze dacă raționamentul său este corect sau este greșit.

În continuare, ne propunem să continuăm proiectul prin care majoritatea conținuturilor din matematica de gimnaziu să fie abordate din punct de vedere al problematizării și al învățării prin descoperire.

Dorim să extindem acest proiect și pentru matematica de liceu. În acest sens, am creat deja site-ul www.ovidiuabdescu.ro unde la secțiunea <https://ovidiuabdescu.ro/clasa/> există deja abordate toate conținuturile materiei de liceu în această manieră.

Următorul pas ar fi o bază de lecții video postate pe internet pe aceste conținuturi, predate prin problematizare și învățare prin descoperire. Această bază de date ar fi foarte utilă acum pe timp de pandemie dar nu numai, deoarece profesorii se pot inspira în pregătirea lecțiilor, iar elevii vor avea încă un mod în care acel conținut va fi predat. S-a realizat astfel *Mate pentru toți* (<https://www.youtube.com/channel/UC7zZBJu0VOZyswXkkVwFAPA>), un canal de youtube, care conține lecții video cu matematica de gimnaziu și de liceu.

Organizarea de cursuri de perfecționare la nivel național în care profesorii să aibă șansa de a descoperi importanța gândirii critice și modalitatea în care poate fi dezvoltată gândirea critică ar fi benefică pentru a avea un învățământ de calitate.

Bibliografie

- ***(2013) Broșură de subiecte a Concursului Național de Matematică LUMINA MATH, ediția a XVII-a
- ***(2014) Broșură de subiecte a Concursului Național de Matematică LUMINA MATH, ediția a XVIII-a
- ***(2015) Broșură de subiecte a Concursului Național de Matematică LUMINA MATH, ediția a XIX-a
- ***(2016) Broșură de subiecte a Concursului Național de Matematică LUMINA MATH, ediția a XX-a
- *** MECI. (2009). Ordinul Ministrului Educației și Cercetării nr. 5097 din 9.09.2009, privind aprobarea programelor școlare pentru disciplinele de studiu din învățământul preuniversitar secundar inferior, ciclul gimnazial
- ***MEC. (2017). Ordinul Ministrului Educației Naționale nr. 3.393/28.02.2017 privind aprobarea programelor școlare pentru învățământul gimnazial
- Abbott, A.L. (2017). Fostering student interest development: An engagement intervention, *Middle School Journal*, 48:3, 34-45, DOI: 10.1080/00940771.2017. 1297666
- Albu E., Silvaș A., Filpișan M. (2004). Teoria și Metodologia Instruirii, coordonator Ioan Nicola, Editura Universității „Petru Maior”, Târgu Mureș
- Ardelean L., Secelean N. (2007). Didactica Matematicii: noțiuni generale; comunicare didactică specifică matematicii, Editura Universității „Lucian Blaga”, Sibiu
- Arlsan, C. (2020). Examining the relationship between 5-8th grade students' test anxiety and mathematics anxiety. *Acta Didactica Napocensia*. 13(1). DOI: 10.24193/adn.13.1.12
- Atanasiu G., Purcaru A.P. M. (2001). Metodica predării matematicii, Editura Universității „Transilvania”, Brașov
- Awofala, A.O.A. (2019). Correlates of senior secondary school students' mathematics achievement. *Educatia 21 Journal*, (17), doi: 10.24193/ed21.2019.17.02
- Bailin, Sharon & Case, Roland & Coombs, Jerrold & Daniels, Leroi. (2010). Conceptualizing Critical Thinking. *Journal of Curriculum Studies*. 31. 285-302. 10.1080/002202799183133.
- Banea H. (1998). Metodica predării matematicii, Editura Paralela 45, Pitești
- Batubara, I., H. (2019). Improving Student's Critical Thinking Ability Through Guided Discovery Learning Methods Assisted by Geogebra. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 1(2), 116-119. DOI: 10.29103/ijevs.v1i2. 1371
- Bădescu, O. (2011). Developing creative thinking. *Journal of Educational Sciences*, 2(24)
- Bădescu, O., (2016). Descoperind matematica clasei a VI-a, Editura Graph, Reșița

- Bădescu, O., Cîmpoeșu, M. et all. (2014). Pregătirea examenului de evaluare națională în 25 de săptămâni. *Matematică*, Editura Sigma, București
- Bădescu, O., Stan. C. (2019). Developing pupils' critical thinking by teaching mathematics. *Journal of Educational Sciences*, 1(39): 108-120. DOI: 10.35923/ JES.2019.1.09
- Bădescu, O., Stan. C. (2020). Training mathematics teachers for developing critical thinking skills in VI-grade pupils. *Acta Didactica Napocensia*. 13(2)
- Bălăucă A., Dimitriu, M. et all. (2000). Auxiliar la manualele alternative, Editura Axa, Botoșani
- Berinde, V. (2001). Explorare, investigare și descoperire în matematică. Editura Efemeride, Baia Mare
- Bicer, A., Lee, Y., Perihan, C. et all. (2020). Considering mathematical creative self-efficacy with problem posing as a measure of mathematical creativity. *Educational Studies in Mathematics*. 105, 457–485. DOI: 10.1007/s10649-020-09995-8
- Bocoș, M., (1998). Metode euristice în studiul chimiei. Problematizarea și descoperirea, Cluj-Napoca: Presa Universitară Clujeană
- Bocoș, M., (2002). Instruirea interactivă. Repere pentru reflecție și acțiune, Cluj-Napoca: Presa Universitară Clujeană
- Bocoș, M., (2013). Instruirea interactivă - repere axiologice și metodologice, Editura Polirom, Iași
- Bocoș, M., Avram, M. (2016) Evaluare și transdisciplinaritate. Relevanța probelor de evaluare transdisciplinare, Editura Universității de Vest, Timișoara
- Bocoș, M., Jucan, D. (2008). Teoria și metodologia instruirii. Teoria și metodologia evaluării. Repere și instrumente pentru formarea profesorilor. Editura Paralela 45, Pitești
- Bocoș, M., Răduț-Taciu, R., Stan, C., Chiș, O., Andronache, D.C. (2016). Dicționar praxiologic de pedagogie, vol. I. Editura Paralela 45, Pitești
- Bonner, S.M. (2013). Mathematics Strategy Use in Solving Test Items in Varied Formats. *The Journal of Experimental Education*, 81:3, 409–428, DOI: 10.1080/00220973.2012.727886
- Bordens, K.S., Abbott, B.B. (2017). *Research Design and Methods: A Process Approach*. 10th edition. New-York: McGraw-Hill
- Brânzei, D., Brânzei, R., (2000). *Metodica predării matematicii*, Editura Paralela 45, Pitești
- Brown, A. E. (2016). *Critical thinking to justify an answer in mathematics classrooms*. Walden University, College of Education. Teză de doctorat
- Bruck, J., Havas, H. (2015). 555 de teste de inteligență pentru copii. Editura Niculescu, București

- Butler, H. A., Pentoney, C., & Bong, M. P. (2017). Predicting real-world outcomes: Critical thinking ability is a better predictor of life decisions than intelligence. *Thinking Skills and Creativity*, 25, 38-46.
- Butterworth, J., Thwaites, G. (2013). *Thining Skills: Critical Thinking and Problem Solving*. Cambridge: Cambridge University Press
- Cai, J., Leikin, R. (2020). Affect in mathematical problem posing: conceptualization, advances, and future directions for research. *Educational Studies in Mathematics*. 105, 287–301. DOI: 10.1007/s10649-020-10008-x
- Centrul Național de Evaluare și Examinare. (CNEE, 2020). Analiza mediului educațional din România. TALIS, 2018. https://colaborare.rocnee.eu/files/talis_/01052020/Raport_national_TALIS_2018.pdf
- Cerghit, I. (1997). *Metode de învățământ*, Editura Didactică și Pedagogică, București
- Cerghit, I. (2006). *Metode de învățământ*, Editura Polirom, Iași
- Cîrjan, F. (1999). *Strategii euristice în didactica matematicii*. Editura Paralela 45, Pitești
- Cîrjan, F. (2008). *Didactica matematicii*, Editura Corint, București
- Cobb, P., Yackel E., Wood T. (1992). A Constructivist Alternative to the Representational View of Mind in Mathematics Education, *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 23, No. 1 (Jan., 1992), pp. 2-33 (32 pages)
- Cobianu-Băcanu M., Alexandrescu P. (2004). *Școala românească, încotro?*, Editura Paralela 45, Pitești
- Creswell, J.W., Creswell, D.J. (2018). *Research design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. Cham: Springer
- Comisia Europeană, (2019). 10 trends transforming education as we know it. Centrul European de Strategie Politică (European Political Strategy Centre – EPSC). Brussel. DOI: 10.2872/800510
- Chin, D.B., Blair, K.P., Wolf, R.C., Conlin, L.D., Cutumisu, M., Pfaffman, J., & Schwartz, D.L. (2019). Educating and Measuring Choice: A Test of the Transfer of Design Thinking in Problem Solving and Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 28:3, 337-380, DOI: 10.1080/10508406.2019.1570933
- Christiani, F.L., Pargaulan Siagian and Mukhtar. (2020). Differences in the Mathematical Connection Capabilities of Students Taught by Using Guided Discovery Learning and Problem Based Learning Models Assisted by Autograph Viewed from Students' Numerical Ability. *American Journal of Educational Research*. 8(5):293-298. DOI: 10.12691/EDUCATION-8-5-11

- Crașovan, M. (Coord.) (2016), Educație, evaluare, integrare. Timișoara: Editura Universității de Vest, Timișoara
- Creswell, J.W. & Plano Clark, V.L. (2017). Designing and conducting mixed methods research. 3rd edition. London, Los Angeles: Sage
- Dan, C.T., Chiosa S. T. (2008). Didactica matematicii, Editura Universitaria, Craiova
- Dăncilă, I. (1996). Matematica gimnaziului între profesor și elev, Editura Corint, București
- Dewey, J. (1933). How we think: a restatement of the relation of reflective thinking to the educative process. Boston: Heath. Ennis
- Dolapcioglu, S., & Doğanay, A. (2020). Development of critical thinking in mathematics classes via authentic learning: an action research. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-24. DOI: [10.1080/0020739x.2020.1819573](https://doi.org/10.1080/0020739x.2020.1819573)
- Dumitru, I. Al. (2000). Dezvoltarea gândirii critice și învățare eficientă. Editura de Vest, Timișoara
- Ennis, R. (1996). Critical Thinking Dispositions: Their Nature and Assessability, *Informal Logic* 18 (2)
- Ennis, R. (2011). Critical Thinking, Reflection and Perspective Part I, *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*
- Facione, P. A. (1990). Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. Research Findings and Recommendations. American Philosophical Association. (ERIC Document Reproduction Services no. ED 315 423)
- Facione, P. A. (1998). Critical thinking: What it is and why it counts. Disponibil la http://www.student.uwa.edu.au/data/assets/pdf_file/0003/1922502/Critical-Thinking-What-it-is-and-why-it-counts.pdf
- Fisher, A. (2009). Critical thinking. An introduction. Cambridge: Cambridge University Press
- Fisher, A. (2001). Critical Thinking. Cambridge University Press, Cambridge, <http://assets.cambridge.org/97805210/09843/sample/9780521009843ws.pdf>
- Firdaus, Ismail Kailani, Md. Nor Bin Bakar, Bakry. (2015). Developing Critical Thinking Skills of Students in Mathematics Learning. *Journal of Education and Learning*. Vol. 9(3): 226-236
- Fonseca, L., Arezes, S. (2017). A Didactic Proposal to Develop Critical Thinking in Mathematics: The Case of Tomás. *Journal of the European Teacher Education Network*, Vol. 12, 37-48

- Gagne, R. M., Briggs, L. J. (1977). *Principii de design al instruirii*, Editura Didactică și Pedagogică București
- Goodwin, G., Glaser, E. (2002). *Critical thinking. Practice test*. London: Pearson.
http://www.pearsonvue.com/phnro/wg_practice.pdf
- Hackenberg, A.J., Creager, M., & Eker, A. (2020). Teaching practices for differentiating mathematics instruction for middle school students. *Mathematical Thinking and Learning*, DOI: 10.1080/10986065.2020.1731656
- Halpern, D.F. (2002). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*. London: Routledge
- Halpern, D. (2014). *Thought and knowledge: an introduction to critical thinking*. New York: Psychology Press.
- Harti, L. S., & Agoestanto, A. (2019). Analysis of algebraic thinking ability viewed from the mathematical critical thinking ability of junior high school students on problem based learning. *Unnes Journal Of Mathematics Education*, 8(2), 119-127.
- Høgheim, S., & Reber, R. (2017). Eliciting Mathematics Interest: New Directions for Context Personalization and Example Choice, *The Journal of Experimental Education*, 85:4, 597- 613, DOI: 10.1080/00220973.2016.1268085
- Ionescu, M., Bocoș, M., (2009, 2017, coord.), *Tratat de didactică modernă*, Pitești: Editura Paralela 45 (ediția I și a II-a)
- Ionescu, M., Chiș, V. (1992). *Strategii de predare și învățare*, București: Editura Științifică
- Iucu, B. R. (2008). *Instruirea școlară. Perspective teoretice și aplicative*. Iași: Editura Polirom
- Jack, B.M., & Huann-shyang Lin. (2017). Making learning interesting and its application to the science classroom, *Studies in Science Education*, 53:2, 137-164. DOI: 10.1080/03057267.2017.1305543
- Judge, B.; Jones, P. ; McCreery, E. (2009). *Critical Thinking Skills for Education Students*. British Library Cataloguing in Publication Data
- Kaasboll, J. (1998). Exploring didactic models for programming. Norsk Informatikk-konferanse, Høgskolen i Agder
- Kaufman, K.J. (2013). 21 Ways to 21st Century Skills: Why Students Need Them and Ideas for Practical Implementation, *Kappa Delta Pi Record*, 49:2, 78-83, DOI: 10.1080/00228958.2013.786594
- Kirschner, A.P, Stoyanov, S. (2020). Educating Youth for Nonexistent/Not Yet Existing Professions. *Educational Policy*. 34(3): 477–517. DOI: 10.1177/0895904818802086

- Komatsu, K. (2017). Fostering empirical examination after proof construction in secondary school geometry. *Educ Stud Math* 96, 129–144. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9731-6>.
- Krulik, S. and Rudnick, J. A. (1995). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Elementary School*. United States of America: Allyn & Bacon
- Kitchen, H., Fordham, E., Henderson, K., Looney, A., Maghnouj, S. (2017). *România 2017 – Studii OCDE privind evaluarea și examinarea în domeniul educației*. http://www.unicef.ro/wp-content/uploads/Studiu_OECD.pdf
- Lai, E. (2011). *Critical thinking: A Literature Review*. Research Report. Always learning, Pearson.
- Landa L. N. (1983). The algo-heuristic theory of instruction, in *Intructional Design Theories and Models: An overview of their current status*, C. M. Reigeluth, Editor Erlbaum:New Jersey
- Lewis, A., & Smith, D. (1993). Defining Higher Order Thinking. *Theory into Practice*, Scientific Research 32, 131-137.
- Lipman, M.(1998). *Critical Thinking – What Can It Be?*, Educational Leadership
- Linț, M., Linț, D., Marinescu R., Marinnescu Șt. D., Monea, M., Monea S., Stroe M., (2019). *Matematica de excelență pentru concursuri, olimpiade și centre de excelență*. Editura Paralela 45, Pitești.
- Lupu, C., Săvulescu D. (2000). *Metodica predării geometriei*. Editura Paralela 45, Pitești
- Malara, N.A., Navarra, G. (2018). New words and concepts for early algebra teaching: Sharing with teachers epistemological issues in early algebra to develop students' early algebraic thinking. In Kieran, C. (Ed.). *Teaching and Learning Algebraic Thinking with 5-to-12-year-olds*. The Global Evolution of and Emerging Field of Research and Practice. p. 51-77. Cham: Springer
- Magdaș, I. (2015). Analogical Reasoning in Geometry Education. *Acta Didactica Napocensia*. 8(1).
- Marchiș, I., Balogh, T. (2010). Secondary school pupils' self-regulated learning skills. *Acta Didactica Napocensia*. 3(3)
- Marga A. (2007). *Anii reformei: 1997-2000*, Editura Fundației pentru Studii Europene, Cluj-Napoca.
- McGregor, D. (2007). *Developing Thinking Developing Learning. A Guide to Thinking Skill in Education*. London: Open University Press
- J. Mason , L. Burton , K. Stacey (2010), *Thinking Mathematically* by 2nd edition, Pearson Education Ltd

- McLeod, S. A., Bruner (2008). SimplyPsychology. Disponibil la www.simplypsychology.org/bruner.html accesat la data de 27.04.2016
- McGuinness, C., Sheehy, N., Curry, C. and Eakin, A. (2003). ACTs II Sustainable Thinking in Classrooms: A Methodology for Enhancing Thinking Across the Curriculum. Materials available from Professor C. McGuinness, School of Psychology, Queen's University, Belfast
- Mevarech, Z. and B. Kramarski (2014), Critical Maths for Innovative Societies: The Role of Metacognitive Pedagogies, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris. DOI: 10.1787/9789264223561-en
- Moon, J. (2008). Critical thinking: An exploration of theory and practice. London: Routledge
- Morgan, C. (2016). Studying the role of human agency in school mathematics. *Research in Mathematics Education*, 18:2, 120-141, DOI: 10.1080 /14794802.2016.1176595
- Muijs, D. (2004). *Doing Quantitative Research in Education*. London: Sage
- NCTM. (2000). *Principles and Standards For School Mathematics*. Reston, VA: NCTM
- OCDE (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. EDU working paper no. 41. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/WKP\(2009\)20&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/WKP(2009)20&doclanguage=en)
- OECD (2019). Romania - Country Note - PISA 2018 Results. Volumes I-III. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_ROU.pdf?fbclid=IwAR1yg_HOF1qDn1imQs98lm5r6QBbMrFAfXayiPZjL1GQ85fC8E74lgLAGr8
- OECD (2019b). OECD Future of Education and Skills 2030. Conceptual learning framework - LEARNING COMPASS 2030. Accesat la adresa: https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass2030/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf
- Paul, R. & Elder, L. (2006). *The Miniature Guide to Critical thinking. Concepts and tools*. Foundation for critical thinking. Disponibil la <http://www.criticalthinking.org>
- Perkins C., Murphy, E. (2006). Identifying and measuring individual engagement in critical thinking in online discussions: An exploratory case study. *Journal of Educational Technology & Society*, Vol. 9, No. 1
- Pólya G.(trad.) (1971). *Descoperirea în matematică. Euristică rezolvării problemelor*. Editura Științifică București
- Posamentier, A.S., Krulik, S. (2009). *Problem Solving in Mathematics, Grades 3-6: Powerful Strategies to Deepen Understanding*. Thousand Oaks: Corwin Press
- Rădulescu, M. Șt (2011). *Metodologia cercetării științifice: elaborarea lucrărilor de licență, masterat, doctorat*. Editura Didactică și Pedagogică, București
- Rus, I. (1996). *Metodica predării matematicii*. Editura Servo-Sat, Arad

- Sanders, S. (2016). Critical and Creative Thinkers in Mathematics Classrooms. *Journal of Student Engagement: Education Matters*, 6(1), 19-27. Available at:<http://ro.uow.edu.au/jseem/vol6/iss1/4>
- Savva, St. (2016). Re-imagining Schooling: Weaving the picture of Schools as Affinity space for Twenty-First Century Through Multiliteracies Lens. In Montgomery A, and I. Kehoe (Eds.), *Reimagining the Purpose of Schools and Educational Organizations – Developing Critical Thinking, Agency, Beliefs in Schools and Educational Organizations*, p. 49-64. Cham: Springer
- Schoenfeld, A.H., Sloane, A.H. (2016). *Mathematical thinking and problem solving*. London: Routledge
- Smith, J.M., & Mancy, R. (2018). Exploring the relationship between metacognitive and collaborative talk during group mathematical problem-solving – what do we mean by collaborative metacognition?, *Research in Mathematics Education*, 0:1, 14-36, DOI: 10.1080/14794802.2017.1410215
- Stan, C. (2000). *Autoevaluarea și evaluarea didactică*. Editura Presa Universitară. Cluj-Napoca
- Stan, C. (2001). *Teoria educației: actualitate și perspective*. Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Stan C., Bocoș, M., Manea, D. (2011). *Curriculum elaborat în școală. Exigențe și modalități de realizare*. Editura Eikon, Cluj-Napoca
- Sternberg, R. (1986). *Critical thinking: Its nature, measurement and improvement*. Washington: National Institute of Education
- Stearns, C. (2020). Show your work: math curricula, knowledge, and rehumanizing pedagogy, *Pedagogy, Culture & Society*, 28:2, 299-315, DOI: 10.1080/14681366. 2019. 1635191
- Store, J.C. (2018). Grounded theory of productive practices for algebraic thinking. *Investigations in Mathematics Learning*, 10:1, 9-32, DOI: 10.1080/ 19477503. 2017.1375353
- Swartz, R. (2001). Infusing Critical and Creative Thinking into Content Instruction, In A.L. Costa (Ed.). *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*, 3rd edition. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development
- Swartz, R., Parks S. (1994) *Infusing the Teaching of Critical and Creative Thinking into Content Instruction: A Lesson Design Handbook for the Elementary Grades*, Critical Thinking Press and Software
- Turcitu, G. (2014). *Matematică: manual pentru clasa a VI-a*. Editura Radical, Craiova

- Umar, W. (2017). Constructing means ends analysis instruction to improve students' critical thinking ability and mathematical habits of mind dispositions. *International Journal of Education and Research*, 5(2), 261-272
- Ungureanu D. (1999). *Educație și curriculum*. Editura Eurostampa, Timișoara
- Van Zoest, L.R., Stockero, S.L., Leatham, K.L., Peterson, B.E., Atanga, N.A., & Ochieng, M.A. (2017). Attributes of Instances of Student Mathematical Thinking that Are Worth Building on in Whole-Class Discussion. *Mathematical Thinking and Learning*, 19:1, 33-54, DOI: 10.1080/10986065.2017.1259786
- Verawati, P., Sri, N. N., Ayub, S., & Prayogi, S. (2019). The Effect of Scientific Creativity in Inquiry Learning to Promote Critical Thinking Ability of Prospective Teachers. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(14).
- Vincent-Lancrin, S., et al. (2019), *Fostering Students' Creativity and Critical Thinking: What it Means in School*, Educational Research and Innovation, Paris: OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/62212c37-en>
- Vlaicu, A. A. (2013), *Optimizarea predării și învățării matematicii în liceu prin utilizarea predominantă a problematizării*. Teză de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca
- Voica, C., Singer, F.M. & Stan, E. (2020). How are motivation and self-efficacy interacting in problem-solving and problem-posing?. *Education Studies in Mathematics*. 105, 487–517. DOI: 10.1007/s10649-020-10005-0
- Weber, K. (2007). *Mistere de cinci minute*, vol. I. Editura House of Guides, București
- Weber, K. (2007). *Mistere de cinci minute*, vol. II. Editura House of Guides, București
- Weber, K. (2007). *Mistere de cinci minute*, vol. III. Editura House of Guides, București
- Wilder, S. (2015). Impact of problem-based learning on academic achievement in high school: a systematic review. *Educational Review*, 67:4, 414-435, DOI: 10.1080/00131911.2014.974511
- Willingham, D. (2007). Critical thinking. Why is it so hard to teach? *American Educator*, 8-19
- World Economic Forum (2016). What are the 21st-century skills every student needs? <https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students/>
- Wright, P. (2017). Critical relationships between teachers and learners of school mathematics. *Pedagogy, Culture & Society*, 25:4, 515-530, DOI: 10.1080/14681366.2017.1285345
- Yong, S-T., Karjanto, N., Gates, P. , Chan T-Y.A., & Khin, T.-M. (2020). Let us rethink how to teach mathematics using gaming principles. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, DOI: 10.1080/0020739X.2020.1744754

Zaharia M., Zaharia D. (2014). *Matematică: Algebră, Geometrie, clasa a VI-a*. Editura Paralela 45, Pitești

Zsoldos-Marchiș, I. (2013). Relation between students' attitude towards mathematics and their problem solving skills. *PedActa*. 3(2)

Zsoldos-Marchiș, I. (2014). Influence of cooperative problem solving on students' control and help-seeking strategies during mathematical problem solving. *Acta Didactica Napocensia*. 7(1).