



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
BABEȘ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITÄT
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITY
TRADITIO ET EXCELLENTIA



UNIVERSITATEA „BABEȘBOYLAI”
FACULTATEA DE PSIHOLOGIE ȘI ȘTIINȚELE EDUCAȚIEI
ȘCOALA DOCTORALĂ "DIDACTICĂ. TRADIȚIE. DEZVOLTARE. INOVAȚIE"

ABORDAREA INTEGRATĂ BAZATĂ PE STEM PRIN PROIECTE SERVICE LEARNING ÎN CICLUL PRIMAR

Rezumatul tezei de doctorat

Student-doctorand: Marinela Lenuța Bărnuțiu (numele actual, Sârca)

Conducător de doctorat: Prof. univ. dr. habil. Liliana Ciascai

Cluj-Napoca

2024

CUPRINS

Mulțumiri.....	iii
Publicații Personale.....	iv
Declarație.....	v
Cuprins.....	vi
Lista Figurilor și a Tabelelor.....	ix
Lista Abrevierilor și a Acronimelor.....	xiv
Rezumat.....	1
PARTEA I. FUNDAMENTE TEORETICE.....	2
Argument.....	2
Formularea și Fundamentarea Problemei de Cercetare.....	4
CAPITOLUL 1. PREDAREA-ÎNVĂȚAREA BAZATĂ PE ABORDĂRI INTEGRATE ÎN CICLUL PRIMAR.....	6
1.1. Contextul Istoric și Fundamentele Teoretice ale Predării-Învățării Integrate.....	6
1.2. Curriculum Școlar și Deschiderea Lui Spre Abordarea Integrată.....	10
1.2.1. Abordarea Integrată la Nivel Internațional.....	10
1.2.2. Viziunea Românească privind Abordarea Integrată.....	13
1.3. Nivele ale Integrării.....	15
1.4. Activitățile Integrate în Ciclul Primar.....	16
1.5. Strategii Utilizate în Abordarea Integrată.....	19
1.6. Rolul Profesorului și Elevilor în Predarea de Tip Integrat.....	22
CAPITOLUL 2. EDUCAȚIA STEM/STEAM/STREAM	27
2.1. Educație STEM/STEAM/STREAM- Clarificări Conceptuale.....	29
2.2. Componentelor Educației STEM/STEAM/STREAM.....	36
2.2.1. Științele Naturii și Matematica.....	36
2.2.2. Ingineria și Tehnologia.....	39
2.2.3. Artele și Activitățile Practice.....	40
2.2.4. Reading (Citirea și Scrierea Textelor Științifice).....	41
2.2.5. Alte Discipline Posibil a fi Integrate.....	45

2.3. Abilități Dezvoltate Elevilor prin Educația STEM/STEAM/STREAM și Concepte Integratoare la Fundamentarea cărora Contribuie Educația STEM/STEAM/STREAM.....	46
2.4. Metode Alternative de Evaluarea a Activităților STEM/STEAM/STREAM.....	49
CAPITOLUL 3. PROIECTELE DE TIP SERVICE LEARNING.....	55
3.1. Definirea Proiectelor Service Learning (SLP).....	55
3.2. Etapele unui Proiect Service Learning (SLP).....	56
3.3. Beneficiile Implementării Proiectelor De Tip Service Learning.....	59
3.4. Realizarea unei Conexiuni între Programa Școlară și Proiectele Service Learning.....	60
3.5. Exemple de Proiecte Service Learning în Ciclul Primar.....	62
PARTEA A II-A	
CAPITOLUL 4. CERCETAREA PRELIMINARĂ.....	64
4.1. Opinia Profesorilor pentru Învățământului Primar și Preșcolar cu privire la Abordările Integrate STEM, STEAM, STREAM. Studiu pre-test-post-test.....	66
4.2. Intervenție în Tabăra de Vară STEM4SL.....	105
4.3. Elaborarea Modelului Activităților STEM/STEAM/STREAM prin Proiecte SL în baza Cercetării Preliminare.....	110
4.4. Concluziile Cercetărilor Preliminare.....	112
CAPITOLUL 5. CERCETAREA EXPERIMENTALĂ PRIVIND IMPACTUL PREDĂRII INTEGRATE STEM/STEAM/STREAM PRIN PROIECTE SERVICE LEARNING ASUPRA PERFORMANȚELOR ȘCOLARE ALE ELEVILOR DIN CICLUL PRIMAR.....	115
5.1. Întrebările de Cercetare.....	115
5.2. Obiectivul General al Cercetării.....	115
5.3. Ipotezele și Variabilele Cercetării.....	115
5.4. Prezentarea și Descrierea Grupului Țintă.....	117
5.5. Desfășurarea în Timp și Spațiu a Cercetării Experimentale.....	118
5.6. Aplicarea Modelului Activităților STEM/STEAM/STREAM prin Proiecte SL în baza Cercetării Preliminare.....	119
5.7. Metodologia Cercetării.....	120

5.8. Rezultate.....	161
5.9. Extinderea Cercetării – Modelul de Abordare Integrată STEM Propus Profesorilor din Cadrul Școlii de Vară - Inițierea Cadrelor Didactice Debutante în Abordarea Integrată STEM/STEAM, Zalău 2023.....	162
5.10. Concluziile Cercetării.....	167
CAPITOLUL 6. CONCLUZII.....	169
6.1. Concluzii asupra Cercetărilor Realizate.....	169
6.2. Formative Limite ale Cercetărilor Realizate în Contextul Intervențiilor Formative.....	170
6.3. Recomandări, Propuneri și Direcții Viitoare de Cercetare.....	171
6.4. Evidențierea Contribuțiilor Doctorandei la Dezvoltarea Domeniilor STEM și SLP.....	171
Referințe Bibliografice.....	176
Anexe	195
Anexa A1 Chestionar - STEM+ și educația STEM.....	195
Anexa A2 Grilă de evaluare- Proiecte integrate STREAM realizate în cadrul taberei de vară STEM.....	203
Anexa A3 Interviu individual cu profesorii din învățământul primar.....	204
Anexa B1 Modelul 1 preliminar (dezvoltat ulterior) de activitate care implică abordarea integrată STREAM în cadrul ciclului primar. O școală SMART.....	205
Anexa B2 Modelul 2 (model final) -Proiect educațional STREAM "Descoperim lumea înconjurătoare alături de Paxi".....	220
Anexa B3 Modelul 3 (model final) - Proiect educațional STRREAM+CIG,,Contribuim la menținerea comunității noastre curate cu ajutorul lui Paxi.....	231
Anexa C1 Ghidul de bune practici privind abordarea integrată STEM/STEAM/STREAM în cadrul ciclului primar.....	247
Anexa D1 Testul de evaluare inițială- aplicat clasei a II-a.....	288
Anexa D2 Testul de evaluare inițială -aplicat clasei a III-a.....	301
Anexa D3 Test de evaluare intermediară- aplicat claselor a III-a și a IV-a.....	312
Anexa D4 Test de evaluare finală -aplicat claselor a III-a și a IV-a.....	326
Anexa E1 Instantanee din cadrul activităților intervenției formative.....	341

Anexa F1	Modelul hărții tematice propusă profesorilor.....	349
Anexa F2	Modelul proiectului propus pentru profesorii din cadrul Școlii de Vară	350
Anexa F3	Grila de evaluare a proiectelor propuse de către profesorii care au participat la Școala de Vară.....	355

Introducere

Teza de doctorat cu titlul "Abordarea integrată bazată pe STEM prin proiecte service learning în ciclul primar" este structurată în șase capitole incluse în două mari părți: clarificări teoretice și cercetările realizate. Partea I debutează cu o introducere în subiectul tezei și o argumentare privind alegerea temei după care sunt aprofundate problematicile abordării integrate a conținuturilor învățării, a educației STEM și educației pentru servicii în folosul comunității. În primul capitol se analizează istoricul predării-învățării integrate, deschiderea curriculumului școlar spre abordarea integrată, practicile privind abordarea integrată în țară și străinătate cu aplicație pentru ciclul primar. Capitolul al doilea prezintă cadrul general al educației STEM/STEAM/STREAM iar cel de-al treilea definește proiectele de servicii în folosul comunității (SL). Partea a II-a a tezei descrie cercetările realizate, structurate în trei categorii: cercetări preliminare, intervenția formativă și extinderea cercetării. Capitolul patru prezintă cercetările preliminare care au orientat organizarea intervenției formative la cele două grupuri de elevi, experimental și de control. Capitolul cinci prezintă, în detaliu, cercetarea experimentală realizată la nivelul claselor experimentale și de control din județul Sălaj și valorificarea modelului identificat prin cercetările precedente într-o intervenție realizată la nivelul profesorilor debutanți. Ultimul capitol cuprinde concluzii generale asupra cercetărilor întreprinse, raportarea rezultatelor cercetărilor realizate la cele internaționale, precum și contribuțiile originale, limitele și direcții viitoare de cercetare.

Cuvinte-cheie: abordări integrate STEM, STEAM/STREAM, proiecte service-learning, intervenție, profesori, elevi, învățământ primar.

Argument

Elevii, mai ale cei din ciclul primar, debordează de curiozitate, de energie, dețin foarte multe informații, dar sistemul de învățământ actual nu le mai satisface toate nevoile de cunoaștere. Transmiterea brută a unor cunoștințe este insuficientă, aceste generații au nevoie să-și dezvolte abilități interdisciplinare pentru a putea face față cerințelor societății de mâine. Ca urmare abordarea integrată STEM cu dezvoltările sale STEAM/STREM/STREAM (Științe, Tehnologii, Reading/Robotică/Învățare reflexivă, Inginerii, Arte și Matematică) pare să fie o soluție pentru cunoașterea școlară și implică *recalibrarea* sistemelor de învățământ din țară și

străinătate. Mai mult decât atât, rezultatele tot mai proaste la testele PISA ale elevilor reprezintă un motiv de reflecție și de reformare a sistemului de învățământ.

Studii de specialitate confirmă eficiența educației STEM, care este aplicată cu succes în multe țări dezvoltate de pe întreg mapamondul. Provocările adresate societății actuale și raportarea școlii la pregătirea pentru profesiile viitorului obligă la alfabetizarea STEM. Țări precum USA, Regatul Unit, Japonia, Indonezia, Tailanda, Singapore și-au îndreptat de mult timp atenția înspre o astfel de alfabetizare (Bybee, 2010; Pimthong & Williams, 2018; Royal Society, 2014; Tang & Williams, 2019).

Noile politici educaționale din România promovează, pe lângă competențele generale: „a învăța pentru a ști”, „a învăța pentru a fi” , „a învăța pentru a face” și responsabilitatea socială, adică „a învăța să trăiești împreună cu ceilalți”. Una dintre cele mai mari nevoi a sistemului românesc de învățământ este aplicarea în practică cu succes a cunoștințelor și deprinderilor dobândite în procesul instructiv-educativ, prin sprijinirea membrilor comunității din care fac parte aceștia. Elevii părăsesc școala cu un bagaj considerabil de cunoștințe, însă le este foarte greu să le pună în practică în viața de zi cu zi (Ministerul Educației [ME], 2023; Oros, 2023).

În ultimii ani, specialiștii în educație promovează voluntariatul și proiectele de învățare în folosul comunității (SLP). Această nouă metodologie nu presupune doar „a face” ci „a face bine”, a fi eficient, a fi un „agent al schimbării”. Promotorii acestor inițiative sunt ONG-urile, care au început să implementeze proiecte educative care îi provoacă pe elevi să învețe prin serviciu în folosul comunității în contextul unor proiecte ample de tip STEM; inima acestor proiecte de învățare fiind reprezentată din însăși rezolvarea problemelor cotidiane utilizând competențele dobândite în școală (Fundatia Noi Orizonturi, 2021, p. 9).

La nivelul țării noastre încercările de implementare a educației bazate pe STEM și SLP sunt sporadice (câteva cadre didactice cu inițiativă și ONG-uri, câteva programe de formare), în contradicție cu practicile educaționale internaționale care promovează sistematic STEM în educație. Abordărilor integrate STEM au la bază considerentul că lumea nu poate fi descoperită și înțeleasă de elevi numai prin perspectiva unei singure discipline, respectiv a abordărilor disciplinare. Majoritatea problemelor întâlnite în viață, în societatea de azi și de mâine, solicită cunoștințe și abilități din domeniile STEM și SLP. Abordarea integrată STEM împreună cu SLP dezvoltă elevilor abilitățile necesare de rezolvare a problemelor din viața

reală, permițându-le să acceseze în viitor cariere STEM menite să aducă beneficii și comunității (Bărnăuțiu & Ciascai, 2020; Gumenykova et al., 2019; Margot & Kettler, 2019; Mirea et al. 2021).

Capitolul 1. Predarea-Învățarea bazată pe Abordări Integrate

Încă de la începutul secolului XX au existat mișcări progresiste atât în Europa, cât și în America care vizau remedierea dezavantajele organizării sistemului de învățământ pe clase și lecții, promovând abordărilor integrate. Integrarea curriculară a stârnit interesul cercetătorilor încă din secolul trecut, J.J. Rosseau (1700) pleda pentru un curriculum pliat pe nevoile și interesele elevilor, pornind de la experiențele de învățare specifice vieții de zi cu zi. Câteva decenii mai târziu, J.Fr. Herbart a mai făcut un pas către abordarea integrată susținând necesitatea “corelării materiilor” (Ciolan, 2008).

La începutul anilor 1900, apariția noilor curente din pedagogie reprezentate de învățarea bazată pe investigație și descoperire, dar și teoriile lui Meredith Smith și John Dewey care se refereau la învățarea experiențială, au deschis drumul către abordarea integrată (Kysilka, 1998; Ciolan, 2008). Pe continentul european, mai precis în Belgia, pedagogul Ovide Decroly propune un model de organizare a conținuturilor care se axează pe formarea de centre de interes care vizează teme grupate în jurul trebuințelor de bază. Freinet continuă să practice metoda propusă de Decroly, denumindu-o metoda complexelor de interes. Contribuția lui Freinet în practica educațională europeană a devenit astfel semnificativă.

În anul 1935, National Council of Teachers of English (NCTE) a încercat să definească procesul de integrare. În opinia NCTE, integrarea vizează combinarea conținuturilor cu experiențele zilnice de învățare. În aceeași ordine de idei, Drake și Burns, în cartea *Meeting Standards Through Integrated Curriculum*, ofereau o definiție foarte simplă a abordării integrate și anume “realizarea conexiunilor între discipline și problemele din viața reală” (Drake & Burns, 2004, p.8).

Insertia socială de succes, azi și în viitor, nu se mai poate realiza prin învățarea monodisciplinară, abordarea integrată fiind importantă (Borzea, 2017). Interesul față de abordarea integrată a revenit ca unul de actualitate. În formarea personalității omului contemporan este necesară axarea în educație pe probleme complexe și adoptarea treptată de

noi strategii didactice menite să conducă la dezvoltarea abordărilor integrate la nivelul procesului de predare-învățare (Csorba, 2013, p. 21).

La nivel internațional țările dezvoltate tind către un curriculum integrat. O astfel de educație răspunde așteptărilor formulate de OECD (2018, p.2): școala trebuie să pregătească elevii pentru meserii care nu există încă, pentru utilizarea unor tehnologii care n-au fost încă create și pentru rezolvarea unor probleme care nu pot fi deocamdată anticipate. Curiozitatea, motivația pentru învățare, practicarea învățării profunde, a metacogniției și autoreglării, mintea deschisă și respectul pentru sine și ceilalți sunt trăsături care definesc profilul elevului pregătit pentru societatea de mâine.

Reformă curriculară finlandeză (The Finnish National Agency for Education, 2014) propune și o abordare hibridă la nivelul micii școlarități. În cadrul acesteia elevii finlandezi dobândesc competențe în domenii individuale de cunoaștere și competențe transversale. Multiliterăția, competențele ICT și competențele antreprenoriale sunt indispensabile educației secolului XXI. Ultima competență face referire la participarea micilor școlari în realizarea unui viitor durabil în vederea formării comportamentelor responsabile față de mediul înconjurător. Curriculumul finlandez vizează dezvoltarea unui set de cunoștințe și valori democratice. Dezvoltarea gândirii și a abilităților de a învăța să înveți, competențele culturale și respectul drepturilor fundamentale ale societății umane sunt cele mai importante abilități/competențe transversale vizate de noul curriculum integrat.

Curriculumul suedez își propune să dezvolte elevilor valori și cunoștințe punând accentul pe promovarea drepturilor omului și valorilor democratice fundamentale. Acesta este adaptat nevoilor fiecărui copil și se concentrează intens pe dezvoltarea capacității de a empatiza, promovând originalitatea și expresivitatea. Încrederea în sine, creativitatea și curiozitatea sunt stimulate prin joc și rezolvare de probleme. Posibilitatea de a lua inițiativă și de a-și asuma responsabilitatea este o activitate didactică specifică care are rolul de a dezvolta elevilor suedezi abilitățile de muncă independentă. Dezvoltarea competențelor digitale este esențială, alături de dezvoltarea unei înțelegeri a diversității culturale în interiorul țării.

Educația americană este centrată pe următorul slogan "No Child Left Behind (NCLB)" și se concentrează pe lectură și matematică, alte domenii de instruire primind mai puțină atenție. Standardele de învățare orientează statele și districtele școlare privind obiectivele pe care trebuie să îndeplinească elevii pentru a ajunge la progrese anuale adecvate (AYP). Curriculumul

diferă de la un stat la altul. Districtele școlare selectează, de asemenea, ghiduri curriculare și manuale care reflectă standardele de învățare ale unui stat. Mulți profesori din USA folosesc strategii inovatoare cum sunt: învățarea prin descoperire, prin investigație, experimentul și alte metode menite să dezvolte gândirea critică, promovând abordările integrate (Bărnăuțiu-Sârca & Ciascai, 2021; Hasni & Potvin, 2015; Lamberg & Trzynadlowski, 2015).

Reformă curriculară din România, aplicată în 2013 ciclului primar a reactualizat și adaptat conținuturile și strategiile didactice la nivelul tuturor ariilor curriculare. O soluție pare a fi integrarea ariilor curriculare și a conținuturilor disciplinelor de studiu, drept urmare activitățile de predare-învățare necesită reorganizare. Clasicele lecții monodisciplinare sunt înlocuite cu activități integrate la nivelul unei zile sau săptămâni, dacă conținuturile permit acest lucru. Proiectarea și organizarea activităților educative integrate trebuie să pornească de la problemele și provocările vieții cotidiene și nu de la aspecte academice ale disciplinelor de studiu specifică Ministerul Educației Naționale [MEN] (2013).

Experții din domeniul educației nu au venit cu modele standard de elaborare și organizare a activității integrate care pot fi folosite la clasă, solicitând creativitatea cadrului didactic. Pe site-ul Ministerului Educației există câteva exemple de activități care pot fi propuse elevilor din ciclului primar, însă acestea sunt organizate în manieră clasică monodisciplinară, utilizând însă strategii didactice inovative (Bărnăuțiu-Sârca & Ciascai, 2021).

Abordarea curriculară românească la nivelul ciclului primar este una preponderent integrată în primii trei ani de studiu. În ultimii doi ani de studiu și în ciclurile gimnaziale și liceale se face trecerea la o abordare monodisciplinară. Primii trei ani din învățământul primar vizează formarea achizițiilor fundamentale de literație și matematică, iar ultimii doi ani urmăresc formarea capacităților de bază necesare pentru continuarea studiilor. Științele se studiază începând cu al patrulea an de studiu, iar în ultimul an de studiu elevii învață noțiuni de bază din istorie și geografie. În toți cei 5 ani de studii, elevii români, participă la ore de engleză, arte, educație moral-civică și muzică. În clasa a II-a și a IV-a elevii sunt supuși unor testări naționale (Cucos, 2014; MEN, 2013).

Într-o abordare integrată cadrul didactic trebuie să gândească, pe parcursul unei săptămâni, activități vaste, multi, inter și transdisciplinare și să proiecteze activități integrate, bazate pe disciplinele comunicare în limba română, matematică și explorarea mediului, arte vizuale și abilități practice și muzică și mișcare. Ca urmare, matematica este studiată în relație

directă cu științele naturii; lecțiile urmărind abordarea unei teme din mai multe perspective disciplinare. Spre exemplu, în cadrul unei lecții de Comunicare în limba română, pe lângă obiective care vizează dezvoltarea competențelor comunicării în limba română se propun și obiective specifice matematicii, științelor, artelor, muzicii sau chiar educației fizice (Bărnăuțiu-Sârca & Ciascai, 2021).

De-a lungul timpului cercetătorii au descris mai multe nivele de integrare curriculară. Drake și Burns (2004), Ciolan (2008) și Borzea (2009) descriu abordările curriculare de tip multidisciplinar, interdisciplinar și transdisciplinar.

Modelul lui Vasques al nivelelor de integrare (2014) extins de Delaforce (adaptare, 2016) menționează cinci mari nivele ale integrării. Pornind de la nivelele cunoscute deja, monodisciplinaritate, multidisciplinaritate, interdisciplinaritate, transdisciplinaritate autorii adaugă un nou nivel extrem de complex și anume neodisciplinaritatea care vizează crearea unor noi seturi de cunoștințe și abilități care ajută elevii să rezolve probleme reale din viața cotidiană.

La nivelul ciclului primar, realizarea unor activități integrate este esențială în ceea ce privește nevoia constantă a elevilor de a descoperi și explora lumea înconjurătoare. Este perioada în care cei mici debordează de curiozitate, iar receptivitatea și interesul lor pentru nou este maxim. Modul în care profesorii livrează informații, cunoștințe și conținuturi este definitoriu pentru o activitate educațională complexă, adaptată, dinamică și flexibilă. Cel mai adesea, profesorii din învățământul primar concep o integrare pe verticală, în detrimentul integrării pe orizontală, care este mai greu de conceput și aplicat la clasă (Ciolan, 2008). De asemenea, modalitatea frecvent utilizată de către cadrele didactice în vederea implementării abordării integrate la clasă este reprezentată de organizarea unor proiecte educative integrate pe durate mai mari de timp sau utilizarea instruirii tematice (folosirea unei teme ca organizator la nivelul unei zile).

În opinia lui Drake și Burns (2004), profesorii care vor pune în practică modelele abordării integrate sunt aceia care mereu caută strategii de predare-învățare-evaluare inovative și interactive, sunt dascălii care se întrebă constant cum pot implica activ elevii în demersul didactic. Abordările integrate implică utilizarea unor strategii colaborative, care să stimuleze creativitatea și gândirea critică a micilor școlari. Realizarea unor activități integrate la nivelul ciclului primar este o muncă extrem de solicitantă pentru profesori. În elaborarea și implementarea unei astfel de activități, profesorul trebuie să facă uz de o multitudine de resurse

materiale, financiare și umane, metode și procedee inovative și forme de organizare colaborative. De asemenea, strategiile trebuie alese astfel încât să faciliteze formarea abilităților interdisciplinare la micii școlari: lucru în echipă, antreprenariat, gândire critică, rezolvare de probleme, luare de decizii etc.

Într-o societate în continuă schimbare nu pot fi anticipate cu certitudine obstacolele și dificultățile pe care le vor întâmpina elevii peste 30 de ani, când vor activa în câmpul muncii, cu atât mai mult cu cât, peste 20-30 de ani o parte din meseriile existente vor dispărea și vor apărea altele care nu au fost încă inventate. Profesorilor le revine sarcina să echipeze elevii cu un set de instrumente de “supraviețuire” (Paul, 2020, p.5). În consecință, devine deosebit de importantă comunicarea continuă și deschisă a profesorilor cu elevii lor, sprijinul acestora în rezolvarea situațiilor problematice noi și aprecierea efortului și soluțiilor descoperite (Pânișoară, 2017).

Capitolul 2. Educația STEM/STEAM/STREAM

Dezideratul lumii moderne este *schimbarea accelerată*, iar tehnologizarea masivă a impus sistemelor de învățământ din întreaga lume adoptarea unor reforme curriculare care se bazează pe anumite obiective-cheie, precum alfabetizarea științifică, tehnologică și inginerescă.

Cetățenii de mâine trebuie să dispună de o gândire critică și flexibilă, astfel încât să fie capabili să facă față în mod eficient societății amplu dezvoltate din punct de vedere tehnologic (Beavis, 2007; Bryan et al., 2011; Bybee, 1997; Chan, 2010; Gee, 2010; MacDonald, 2016; Tytler, 2007). În acest sens guvernele și ministerele educației din mai multe țări lucrează intens la crearea unor oportunități de învățare STEM, însă profesorii sunt factorul decisiv în implementarea cu succes a unor astfel de programe școlare.

Un studiu relevă faptul că în anul 2015 aproximativ 8,6 milioane de americani erau angajați în domenii de activitate STEM, 93% dintre aceștia erau plătiți mai bine decât salariul mediu național (Fayer et al., 2017). Un aspect demn de menționat este faptul că angajații din domeniile STEM erau mai predispuși să solicite, să primească și să comercializeze brevete (Thomasian, 2011). Cu toate acestea, s-a înregistrat o lipsă constantă a specialiștilor din domeniile ingineriei și științei, datorată interesului slab al elevilor față de științele exacte, aspect

care a forțat guvernul Statelor Unite să regândească sistemul educațional. Drept urmare, Statele Unite ale Americii a fost prima țară care a implementat educația STEM în școli.

Educația STEM implică o atenție egală asupra disciplinelor Științe, Tehnologie, Inginerie și Matematică. Cu toate că acronimul STEM pare să fie pe buzele tuturor, fiind un trend extrem de popular în educația americană și nu numai (Ostler, 2015), specialiștii în domeniu nu au reușit până acum să ofere o definiție clară și unanim acceptată a educației STEM (Bender, 2017; Pope, 2019).

Abordarea integrată STEM este susținută de către mulți experți în educație printre care și Asociația Națională a Profesorilor de Știință (Eberle, 2010). În viziunea sursei citate, educația STEM reprezintă un complex de patru discipline care, “*tesute*” împreună, au rolul de a ajuta elevii să rezolve problemele din viața reală.

În anul 2016, autorii Siekmann și Korbel defineau educația STEM prin prisma a două perspective: fie printr-o abordare monodisciplinară tradițională, fie printr-o abordare integrată a tuturor celor patru discipline. Prima abordare include educația în orice domeniu definit ca fiind *STEM* care reunește două sau mai multe discipline cu rolul de a promova pe termen lung inovația tehnologică, competitivitatea și prosperitatea (Xie et al., 2015). Cea de-a doua abordare, mult mai complexă, vizează tratarea educației STEM ca un tot unitar, subliniind astfel conexiunile logice și conceptuale din diferite domenii STEM (Honey et al., 2014; National Academy of Science [NAS], 2007; Xie et al., 2015). Abordarea integrată prioritizează interdisciplinaritatea și aplicabilitatea conceptelor academice și din lumea reală în contexte școlare (Tsupros, 2009).

Scopul educației STEM este dezvoltarea unei alfabetizări STEM, respectiv a abilităților de angajare activă a elevilor în dezbateri legate de domeniile științelor exacte și implicațiile acestora în viața cotidiană. Elevii care descoperă ei înșiși, prin experimentare, lumea înconjurătoare, vor deveni independenți, vor învăța să gândească științific, vor fi capabili să aplice moduri particulare de gândire critică și să realizeze interconexiuni (Caldwell & Pope, 2009). O abordare integrată STEM autentică este, de fapt, o abordare interdisciplinară sau chiar transdisciplinară, care le permite în permanență elevilor să realizeze interconexiuni între cât mai multe discipline pe o temă dată (MacDonald, 2016; STEM Task Force Report, 2014).

Educația STEM reprezintă, la nivel internațional, răspunsul la nevoia de adaptare la societatea actuală, dar și un trend în continuă creștere. În mod firesc, ea s-a impus la nivelurile

gimnazial, liceal și universitar, unde elevii posedă cunoștințe și competențe disciplinare care să permită abordări interdisciplinare și integrate. Cu toate acestea, contactul elevilor mici cu disciplinele STEM trebuie inițiat încă de la nivel preșcolar și primar, în principal datorită minții lor deschise pentru cunoaștere și a interesului lor, încă neperversit de media digitală, pentru interacțiunea cu lumea exterioară.

De-a lungul timpului s-a constatat faptul că educația STEM nu acoperă toate domeniile necesare integrării în societatea actuală, drept urmare, au apărut noi concepte derivate, precum, STEM +, STEAM (prin includerea Artelor), STREAM (prin includerea Reading-ului) sau SHTEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Arte și Umaniste, și Matematică), sau chiar CSTEM (Comunicații, Știință, Tehnologie, Inginerie, și Matematică), aceste mișcări permit o abordare multidisciplinară vastă (Johnson et al., 2015, p. 6 și p. 18). De asemenea, abordarea integrată STEM/STEAM/STREAM poate în permanență căpăta noi forme prin adăugarea în sistem a altor discipline care pot înlesni elevilor modul de a percepe lumea înconjurătoare. Spre exemplu, se pot adăuga treptat toate disciplinele studiate în cadrul ciclului primar: Geografia, Istoria, Religia, Educația civică, Robotica sau, opțional, Limba Engleză.

La nivel individual, predarea științei în rândul micilor școlari dă un sens clar realității înconjurătoare, ajută elevii să înțeleagă mai clar fenomenele naturale și tehnologice, creând o punte către o minte curioasă, care pune întrebări și caută răspunsuri. De asemenea, îmbunătățește abilitățile de alfabetizare STEM și, nu în ultimul rând, crește interesul celor mici pentru disciplinele STEM (Bybee, 2013). Ostler (2015) afirmă faptul că știința este o modalitate eficientă de a cunoaște lumea înconjurătoare prin intermediul informațiilor oferite de fapte și fenomene. În aceeași ordine de idei definea matematica drept modalitate cuprinzătoare de a observa interacțiunile și procesele științei, utilizând elemente de logică (Ostler, 2015).

Tehnologia și Ingineria sunt două domenii care nu sunt utilizate suficient în cadrul învățământului preuniversitar în vederea producerii unei experiențe autentice STEM la clasă. Ingineria este legată de domeniile de cercetare, proiectare, producție, dezvoltare, construcții, administrare, vânzări, exploatare etc. și urmărește să răspundă nevoilor societății, prin aplicarea intenționată a științelor ingineriei, a tehnologiei și a tehnicilor menite să ofere soluții problemelor cu care ne confruntăm. Asociația Internațională de Educație în Tehnologie și Inginerie (ITEEA) evidențiază faptul că „tehnologia este ramura cunoașterii care se ocupă cu crearea și utilizarea mijloacelor tehnice și interdependența lor cu viața, societatea și mediul;

bazându-se pe subiecte precum arte industriale, inginerie, științe aplicate și știință pură” (ITEEA, 2019, p.9).

Artele sunt considerate ca fiind foarte importante din cele mai vechi timpuri și până în zilele noastre, reprezentând o parte intrinsecă a modului în care oamenii operează cu lumea înconjurătoare prin desen, muzică și, nu în ultimul rând, dans (Bamfort, 2009).

Alfabetizarea, respectiv cunoașterea unei limbi (reading), este esențială pentru înțelegerea științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii (Hanauer & Curry, 2014).

Cercetătoarele Palmer și Lister, în lucrarea colectivă, *STEM in the primary curriculum*, au o poziție similară, precizând faptul că pentru a înțelege concepte și termeni matematici, științifici sau tehnologici elevii au nevoie de dezvoltarea competențelor de comunicare eficientă, trebuie să fie capabili să se exprime clar (Palmer & Lister, 2019).

Abordarea integrată STEM/STEAM/STREAM, prin natura activităților integrative, face posibilă dezvoltarea unor abilități de performanță complexă, abilități interdisciplinare. Dintre acestea putem enumera: inquiry, cercetare, abilități interpersonale, comunicare, gândire sistemică, rezolvare de probleme, proiectare și construire, analiză, sinteză, evaluare, rezolvare de probleme, reflecție critică, muncă în grup. De asemenea, prin intermediul abordării integrate STEM/STEAM/STREAM la nivelul ciclului primar se fundamentează următoarele concepte integratoare: interdependență, regularitate, sustenabilitate, echilibru, cauză/efect, modele/tipare, schimbare/continuitate, comandă, ciclu, conflict/cooperare, sistem, percepții și diversitate (Drake & Burns, 2004).

Cea mai mare parte dintre aceste concepte se dezvoltă treptat, prin exercițiu și implicarea elevilor în activități STEM/STEAM/STREAM care solicit participarea activă a acestora în descoperirea lumii înconjurătoare prin experimente și activități practice. Micii școlari descoperă zi de zi legăturile reciproce dintre obiecte, fenomene sau procese; observă regularitatea și ciclicitatea cu care se desfășoară unele fenomene; observă anumite cauze care produc diferite efecte, descoperă tipare și modele după care pot acționa ș.a.

Activitățile integrate solicită metode de evaluare calitative, diferite de cele clasice, preponderent folosite. Ioan Ceghit (2002) și alți experți în educație propun o succesiune de metode alternative de evaluare, destinate „evaluării calitative”, metode care pot fi utilizate cu succes în evaluarea activităților integrate: proiectul, organizarea expozițiilor, investigația, portofoliul, și instrumentele online de evaluare .

Capitolul 3. Proiectele de tip Service-Learning (SLP)

În viziunea mai multor autori, esența pedagogiei de tip service-learning constă în faptul că învățarea pentru serviciu în folosul comunității urmărește combinarea serviciului comunitar cu învățarea academică, respectiv cu rezultatele academice (Erickson & Andreson, 1997; Furco, 2002).

Regina și Ferrara (2017) au definit învățarea prin serviciu în folosul comunității prin intermediul a trei mari caracteristici cheie: centrarea pe nevoile comunității, implicarea activă a elevilor în derularea integrală a proiectului și crearea unei legături între curriculum și nevoia comunității (Regina & Ferrara, p.11, 2017).

Conform autoarelor menționate, etapele realizării unui proiect service-learning sunt concretizate în: motivație, diagnostic, trasare și planificare, implementarea proiectului și etapa de finalizare.

În urma aplicării SLP la clasă s-a constatat necesitatea adaptării modelului. Autoarea acestei lucrări propune adaptarea modelului prin introducerea unor etape suplimentare, cum ar fi: compatibilizarea nevoilor comunitare cu prevederile programelor școlare, definirea scopurilor proiectului, designul activităților service learning bazate pe STEM, împărtășirea rezultatelor și, nu în ultimul rând, operarea revizuirilor necesare.

Pentru ca profesorii să se bucure de o implementare reușită a unor proiecte de învățare este esențial să se înceapă de la programa școlară în vigoare (competențe generale, competențe specifice, conținuturi), iar mai apoi să se adauge elementul de „Serviciu în folosul comunității”.

Se pot implementa o sumedenie de proiecte SL în cadrul ciclului primar, date fiind flexibilitatea orarului și posibilitatea de a insera părțile ale proiectului în cadrul lecțiilor. Empatia, interesul și curiozitatea celor mici vin în sprijinul implementării acestui tip de proiect.

Proiectele de învățare în folosul comunității bazate pe abordarea integrată STEM oferă o oportunitate interesantă și plăcută de învățare, care le permite elevilor o contextualizare a cunoștințelor și deprinderilor dobândite în sala de clasă; este cadrul perfect în care micii școlari își dezvoltă abilitățile interdisciplinare și spiritul civic.

Capitolul 4. Cercetarea preliminară

Analiza rezultatelor obținute în contextul cercetării preliminare s-a realizat în trei etape:

Etapa I – Documentarea și analiza curriculumului din țară și străinătate;

Etapa a II-a – Studiul opiniilor profesorilor pentru Învățământului Primar și Preșcolar cu Privire la Abordările Integrate STEM, STEAM, STREAM (numite în lucrarea de față STEM+).
Studiu pretest-posttest;

Etapa a III-a- Analiza proiectelor de activitate integrată realizată de profesori după intervenția formativă.

Tabel 4.1.

Structura cercetării preliminare

Perioada	Activități
ianuarie 2020- mai 2021	Documentare: literatura de specialitate, discuții cu profesori și cadre didactice universitare. Analiza curriculumului. Această analiză s-a concretizat într-o publicație, neinclusă în cercetarea de față.
iunie 2021	Elaborarea și testarea chestionarului destinat profesorilor, conceput de doctorandă (Anexa A1).
1- 15 iulie 2021	Aplicarea, pe bază de voluntariat, a chestionarului adresat cadrelor didactice. Elaborarea proiectelor de activitate integrată de către grupul de profesori înscriși voluntar pentru participare la tabăra de vară STEM4SL.
15 -30 iulie 2021	Analiza răspunsurilor la chestionarul aplicat. Analiza proiectelor propuse de către cadrele didactice care au aplicat pentru participarea la tabăra de vară STEM4SL utilizând grila de evaluare elaborată de către doctorandă (Anexa A2)
1-6 august 2021	Tabăra de vară STEM4SL în format fac- to-face (intervenția formativă)
9-27 august 2021	Tabăra de vară STEM4SL online (intervenția formativă)
30 august- 10 septembrie 2021	Revizuirea de către participanții la tabăra de vară STEM4SL a proiectelor de activitate integrată conform cerințelor (STEM). Reaplicarea chestionarului.
11 septembrie- 1 octombrie 2021	Evaluarea proiectelor revizuite utilizând grila din Anexa A2. Interviuri individuale pentru clarificarea rezultatelor. Procesarea și interpretarea datelor. Comunicarea rezultatelor către participanți.
1 Octombrie-1 noiembrie 2021	Elaborarea modelului de activitate integrată necesară intervenției formative.

Obiectivele Cercetării Preliminare

O1. Identificarea opiniilor cadrelor didactice privind abordarea integrată STEM înainte și după intervenția formativă realizată în cadrul taberei de vară STEM4SL.

O2. Proiectarea, realizarea și analiza rezultatelor intervenției formative desfășurate în contextul școlii de vară STEM4SL.

O3. Elaborarea draftului modelului intervenției formative aplicate elevilor din grupul experimental, pe baza literaturii domeniului și analizei opiniilor profesorilor.

Ipoteza 1

Intervenția formativă din cadrul taberei de vară STEM4SL schimbă convingerile profesorilor în favoarea educației STEM.

Ipoteza 2

Programul de intervenție formativă determină elaborarea unor proiecte corecte de activitate bazate pe STEM/STEAM/STREAM și SL.

Notă: Corectitudinea abordărilor integrate și reușita integrării STEM/STEAM/STREAM este realizată cu ajutorul grilei de analiză (Anexa A2).

Prima parte a cercetării preliminare

Opinia profesorilor pentru învățământul primar și preșcolar referitoare la abordarea integrată STEM

În România, studiile de cercetare în domeniile STEM, STEAM și STREAM sunt destul de puține. Dintre specialiștii români interesați de educația STEM și cu rezultate în domeniu amintim Babos & Ciascai (2020), Balint-Svela & Zoldos-Marchiș (2022), Ciupercă & Stanciu (2020), Istrate și colaboratorii (2019), Mirea și colaboratorii (2021), Pânișoară și colaboratorii (2020), Ulmeanu și colaboratorii (2021).

În urma analizei: (i) literaturii de specialitate (Yildirim & Türk, 2018; Hebebcı, 2021 Altan & Ercan, 2016) și (ii) a temelor pe parcurs realizate de studenții de la PIPP Conversie la disciplina Științe și Didactica Disciplinei Științe din cadrul Universității Babeș-Bolyai, (iii) a discuțiilor cu profesorii din județul Sălaj în contextul activităților metodice și a (iv) interviurilor individuale cu profesori colegi am constatat faptul că profesorii au puține cunoștințe legate de STEM, au dificultăți în identificarea și utilizarea cunoștințelor din domeniile Ingineriei și Tehnologiei și nu realizează activități integrate STEM. Ca urmare, am procedat la elaborarea unui chestionar referitor la STEM și educația STEM.

Pretestarea (aplicarea anchetei profesorilor)

Cercetarea a urmărit compararea opiniilor cadrelor didactice participante la activitățile taberei de Vară STEM desfășurată în luna august a anului 2021, înainte și după intervenția formativă realizată în cadrul taberei.

Ancheta preliminară a fost realizată cu ajutorul chestionarului „STEM+ și educația STEM+” (un chestionar cu șase dimensiuni: Cunoașterea STEM/STEAM și Service Learning, Profilul profesorului STEM/STEAM, Legătura curriculumului cu educația STEM/STEAM Viața și abordarea integrată STEM/STEAM, Abordările integrate STEM/STEAM- metodologie și viziune, Învățământul preșcolar/primar și abordările integrate STEM/STEAM) conceput de doctorandă, folosind literatura domeniului. Chestionarul a fost suspus atenției a trei experți în domeniul educației STEM+ și aplicat în scop de testare pe un lot de 14 profesori, după care s-au operat corecțiile necesare. Ulterior chestionarul a fost aplicat unui lot de 150 de profesori participanți pe bază de voluntariat.

A doua parte a cercetării preliminare

Intervenția formative (Tabăra de vară STEM4SL)

După o analiză în detaliu a rezultatelor anchetei preliminare aplicate, a literaturii de specialitate din străinătate și a curriculumului, am demarat o intervenție care a vizat formarea profesorilor și culegerea informațiilor cu privire la modelul de abordare integrată STEM prin intermediul proiectelor SL aplicat în intervenția formativă aplicată unui grupul experimental.

Intervenția formativă realizată în vara anului 2021 a inclus un grup de 76 profesori înscriși voluntar la tabăra de vară STEM realizată sub egida Asociației Ș.T.I.M. TRADIȚII a cărui președintă este doctoranda, autoarea acestei lucrări. Activitatea a fost organizată față în față pe durata unei săptămâni, fiind continuată alte trei săptămâni în mediul online. În acest context profesorii au făcut cunoștință cu elemente de bază ale abordării integrate STEM/STEAM/STREAM, au putut descoperi exemple de bună practică din țară și de peste hotare, dar și strategii didactice eficiente, respectiv modele de proiectare integrată STEM. Participanții au putut observa arhitectura caselor vechi prezentate de profesori și studenți din cadrul Facultății de Arhitectura UBB Cluj-Napoca în parteneriat cu Asociația „Salvăm casele albastre de pe valea Barcăului”. De asemenea, au putut realiza propriile proiecte STEM. În ultima zi a taberei, alături de participanți, am realizat experimente în aer liber în pădurea din localitatea.

Rezultatele au fost sistematizate pe trei direcții:

1. Analiza critică a modelelor de proiecte integrate elaborate de participanți în preambulul cursului și după finalizarea acestuia, prin intermediul unei grile de evaluare (a se vedea Anexa A2).

Aceste rezultate au fost obținute în contextul a două etape:

- Etapa I (intervențională): participanții au fost implicați în activități care le-au permis revizuirea cunoștințelor privind abordarea integrată (concepte integratoare, abilități interdisciplinare), clarificarea conștințelor privind domeniile STEM și elaborarea unor modele de integrate bazată pe aceste domenii.
- Etapa a II a (postintervențională): într-o perioadă de două săptămâni participanții și-au revizuit proiectele prezentate inițial și le-au trimis spre evaluare formatorului.
- Etapa a III a: analiza proiectelor realizate de participanți după finalizarea intervenției formative. Această analiză s-a realizat prin raportarea conținutului științific și a abilităților interdisciplinare menționate în proiectele elaborate după finalizarea activităților taberei de vară (a se vedea Anexa A2), la proiectele elaborate inițial și la cunoștințele, instrucțiunile și modelele furnizate de formator.

Rezultatele au permis constatarea preferinței cadrelor didactice participante asupra focusării în proiectele finale pe domeniile cu care erau familiarizați (90%): disciplinele exacte, arte și abilități practice, limba și literatură, fiind mai slab reprezentate ingineria și tehnologia. De asemenea, dacă în proiectele inițiale au predominat abordările multidisciplinare (68.42%) și interdisciplinare (33.33%) în proiectelor finale abordările integrate au evidențiat corelarea bidimensională (verticală și orizontală) a domeniilor (55.26%). Cadrele didactice participante la formare au mai întâmpinat dificultăți în identificarea și formularea abilităților interdisciplinare (46.05%) necesar a fi incluse în proiectele STEM/STEAM/STREAM.

2. Direcții de dezvoltarea a abilităților STEM a cadrelor didactice

Focus-group-urile și interviurile individuale au evidențiat: necesitatea repetării formării cu accent pe lacunele din cunoștințele și competențele participanților (94.73%); nevoia accesului la materiale resursă (96.05%); formarea în domeniul strategiilor didactice utilizate în abordările integrate STEM/STEAM/STREAM (80.26%) și interes crescut pentru proiecte STEM-Service-learning (84.21%)

3. Percepția asupra activităților STEM/STEAM/STREAM bazate pe proiectele propuse și interviuri individuale (Anexa A3)

Așa cum rezultă în baza analizei proiectelor finale realizate și a interviurilor individuale (20 de participanți) s-a constatat faptul că profesorii înțeleg integrarea STEM/STEAM ca un mod inovator de a gândi predarea matematicii și științei la nivel primar. Altfel spus, ei centrează în mod frecvent abordările integrate pe aceste disciplinele. Elementul inovator îl reprezintă valorificarea coeziunilor cu tehnologia, ingineria și artele. Cu toate acestea, cadrele didactice consideră abordările integrate STEM/STEAM ca fiind dificil de conceput și de pus în practică în ciclul primar.

Ultima parte a cercetării preliminare

Posttestarea

La finele intervenției s-a aplicat același chestionar. Au fost procesate statistic rezultatele obținute la ancheta preliminară și finală și s-au comparat rezultatele.

În cazul tuturor celor șase dimensiuni care caracterizează abordarea integrată STEM/STEAM se observă îmbunătățiri în etapa post-test față de etapa pre-test. Cea mai mare diferență între media scorurilor din etapa post-test și media scorurilor din etapa pre-test este înregistrată de dimensiunea Profilul profesorului STEM/STEAM (0.40), urmată dimensiunea Viața și abordarea integrată STEM/STEAM (0.26), Abordările integrate STEM/STEAM - metodologie și viziune (0.25), Legătura curriculumului cu educația STEM/STEAM (0.19), Învățământul preșcolar/primar și abordările integrate STEM/STEAM (0.15) și Cunoașterea STEM/STEAM și Service Learning (0.08). Cu alte cuvinte, activitățile propuse și aplicate între etapa preliminară și etapa finală și-au atins scopul pentru care au fost create.

Discuția rezultatelor

În urma activităților la care au participat cadrele didactice și a rezultatelor obținute putem spune că percepțiile și cunoștințele participanților referitoare la proiectarea și realizarea activităților propuse având la bază abordarea integrată STEM/STEAM s-au îmbunătățit semnificativ.

Activitățile privind cunoașterea conceptului și a elementelor definitorii abordării integrate STEM au reprezentat elemente de noutate pentru profesorii participanți. Chiar dacă o

parte dintre cadrele didactice au avut cunoștințe despre abordarea integrate STEM/STEAM, prin activitățile de formare s-au studiat aspecte care au fost îmbunătățite prin practică.

Activitățile realizate prin intermediul Taberei de Vară au avut un impact major și pozitiv asupra profesorilor. S-a constatat schimbarea respectiv îmbunătățirea modului de promovare și stimulare a interesului elevilor față de abordarea integrate STEM/STEAM, a modului de proiectare a instruirii bazate STEM și pe activități integrate.

În ceea ce privește curriculum, activitatea de formare a adus cunoștințe și modele de activitate care se înscriu în programele disciplinelor curriculare.

Participarea la activitățile propuse a conștientizat cadrele didactice de importanța și complexitatea abordărilor integrate, de necesitatea deschiderii acestora spre STEM și spre comunitate.

Explicația tuturor achizițiilor (cunoștințe, abilități, valori etc.) o găsim în contactul cu diverse produse care valorifică STEM, în contactul cu profesorii arhitecți, cu reprezentanții comunității locale și colaborării dintre ei și cu ceilalți. Ca urmare, participanții afirmă necesitatea accesării unor cursuri privind abordarea integrată STEM și SLP.

Cunoștințele însușite în urma activităților desfășurate au determinat cadrele didactice să realizeze mai frecvent (săptămânal, lunar) activități integrate STEM/STEAM, cel mai adesea în domenii precum artă, protecția mediului, abilități practice. Feed-back-ul primit de la participanți semnaleză un grad mare de dificultate în integrarea cunoștințelor de inginerie și tehnologii.

Cu alte cuvinte, activitățile propuse în planul intervențional au adus plus valoare cadrelor didactice în ceea ce privește cunoașterea, proiectarea, realizarea și aplicarea activităților care implică abordări integrate STEM/STEAM.

Concluziile Cercetărilor Preliminare

Concluziile cercetărilor preliminare sunt următoarele:

(i) cercetarea *Opinia profesorilor pentru învățământul primar și preșcolar legată de abordările integrată STEM* evidențiază faptul că profesorii pentru învățământul primar sunt interesați de abordarea integrată STEM/STEAM/STREAM, însă înainte de toate consideră oportună formarea profesională în domeniu. Participanții sunt încrezători că aceste cunoștințe pot servi ca bază pentru construcția și consolidarea unei comunități de cadre didactice creative și competente în domeniul abordărilor integrate bazate pe STEM.

Participanții susțin faptul că abilitățile interdisciplinare promovate de educația STEM pregătesc temeinic elevii pentru viață și pentru viitoarele lor cariere.

Am constatat că familiarizarea cadrelor didactice cu abordările integrate le-a determinat pe acestea să afirme că realizarea la clasă a abordărilor monodisciplinare sau multidisciplinare nu contribuie la dezvoltarea semnificativă a abilităților cognitive ale elevilor, necesare acestora pentru pregătirea integrării în cadrul societății de mâine. În schimb abordările integrate stimulează elevii pentru studiu prin faptul că facilitează referirile la experiența lor de viață.

(ii) *Intervenția formativă în cadrul tabărei de vară STEM 2021* a facilitat înțelegerea conceptelor STEM și a domeniilor componente, aprofundarea proiectării integrate, dezvoltarea de proiecte de activitate integrată STEM/STEAM/STREAM și relaționarea acestora cu nevoile comunității. Această relație a avut un rol motivator pentru abordările integrate, private atât din perspectiva profesorului, cât și din cea a elevului. Ca urmare, a crescut interesul participanților pentru proiectarea și implementarea lecțiilor STEM/STEAM/ STREAM la clasă corelate cu învățarea în folosul comunității.

Participanții la intervenția formativă au fost deschiși în ceea ce privește implementarea educației STEM la clasă, deși modalitatea de fundamentare a activității integrate este diferită în funcție de mediul unde se desfășoară activitatea de învățare. Profesorii care își desfășoară activitatea în mediul urban au încercat să introducă în cadrul proiectelor și activități din domeniile Inginerie și Tehnologii, construind întreg demersul integrativ pe discipline exacte cum ar fi matematica sau științele. În schimb profesorii care funcționează în mediul rural preferă să-și fundamenteze demersul instructiv educativ pe discipline precum Limba și literatura română, Arte sau Matematică.

Concluziile formulate în urma cercetării preliminare sunt concordante cu cele ale unor studii și cercetări în domeniu. Astfel, Rahman și colaboratorii (2021) pledează pentru o procesare atentă și responsabilă a conținuturilor care fac obiectul abordării integrate STEM, astfel încât acestea să fie atractive pentru elevii lor. Kazu și Kurtoglu Yalcin (2021) identifică următoarele deficiențe referitoare la integrarea de tip STEM: insuficiența pregătire a profesorilor, confuzia dintre tehnologie și IT, neînțelegerea relației dintre metoda științifică și metoda tehnologică, lipsa echipelor interdisciplinare din școli. Sursa citată arată că punctele tari ale abordărilor integrate STEM sunt: promovarea competențelor secolului XXI, ancorarea cunoștințelor STEM în viață, existența unui set de factori care favorizează interesul și

cunoașterea în domeniul STEM: cultura locală, grupul de prieteni și colegi, familia, dezvoltarea industrială locală și modele din societate, relația strânsă dintre abordarea integrată STEM și cultura locală. Ültay și colaboratorii (2021) subliniază importanța implementării unor cursuri de formare în domeniul abordării integrate STEM.

Elaborarea Modelului Activităților STEM/STEAM/STREAM prin Proiecte SL în baza Cercetării Preliminare

În urma analizei proiectele de activitate integrată propuse de profesori în cadrul taberei de vară STEM4SL s-a putut observa faptul că, în general, la nivelul ciclului primar, profesorii realizează proiecte educaționale integrate utilizând preponderent curriculumul ramificat (webbed curriculum, Forgarty, 1991). O temă centrală este folosită ca organizator al instruirii la nivelul unei zile sau a unei săptămâni în cadrul mai multor discipline de studiu. Utilizând acest tip de abordare integrată se pot realiza mai ușor interconexiunile între concepte și idei din diferite domenii, promovându-se corelația între discipline care aparțin unor arii curriculare diferite, iar motivația pentru învățare a școlărilor crește dat fiind tematica interesantă abordată.

Cu toate că astfel de activități sunt îndrăgite de cei mici, efortul depus de profesori este unul considerabil, deoarece necesită un demers continuu de planificare, reactualizare și proiectare, focalizarea fiind în egală măsură pe rezultate și proces.

Modelul de proiect propus implică abordarea integrată STREAM+CIG (STEM și Educație Civică, Istorie și Geografie), fiind gândit în așa fel încât să rezolve o problemă actuală a comunității (partea de service learning) din care face parte școala/clasa la care se realizează intervenția formativă (a se vedea anexele B1, B2, B3).

Structura proiectului este una complexă organizată pe cinci mari etape: Brainstorming, Investigația, Aplicarea, Crearea și Reflecția.

Tabel 4.3.1*Structura activităților implementate la grupul experimental*

Etapele proiectului	Activități întreprinse
Brainstorming	Profesorul și elevii au realizat o analiză de nevoi a comunității din care fac parte și au ales o temă a proiectului de activitate integrată STREAM orientat spre servicii în folosul comunității.
Investigația	Elevii s-au documentat din diverse surse (părinți, alți profesori, membri ai comunității, reprezentanți ai instituțiilor din comunitate etc.). Această documentare a servit ca bază la proiectarea activităților STEM în folosul comunității.
Aplicarea	Proiectul a fost aplicat în condițiile și scopul stabilit în etapa anterioară.
Crearea	Elevii au creat un produs (colț de lectură, grădina școlii, colțul păsărelelor, loc de relaxare, pliante, flyere și activități de sensibilizare a membrilor comunității).
Reflecția	Elevii au realizat un jurnal de reflecții pe parcursul realizării activității și completându-l finalul activității. Aceste reflecții au privit impactul activității asupra comunității, dificultățile întâmpinate și modalitățile de depășire a acestora, eventuale dezvoltări ulterioare ale proiectului, sugestii pentru alte proiecte etc.

Capitolul 5. Cercetarea Experimentală privind Impactul Predării Integrate STEM/STEAM/STREAM prin Proiecte Service Learning asupra Performanțelor Școlare ale Elevilor din Ciclul Primar

Cercetarea experimentală s-a desfășurat în anii școlari 2021-2022 și 2022-2023 la clasele a II-a și a III-a, respectiv a III-a și a IV-a.

Grupul țintă a fost format din 8 profesori pentru învățământul primar, care au și-au desfășurat activitatea la 8 clase (156 de elevi – aleși aleatoriu), în cinci școli din județul Sălaj.

Întrebarea de Cercetare

Î.1. Cum influențează instruirea elevilor prin abordări integrate STREAM orientate spre Service Learning procesările cognitive corespunzătoare nivelelor taxonomice Bloom? Dar cunoștințele lor în domeniile Matematică, Științe, Limbă și comunicare, Tegnologie și inginerie?

Obiectivul General al Cercetării

Determinarea impactului activităților integrate STEM/STEAM/STREAM orientate spre Service Learning asupra calității procesărilor cognitive ale elevilor din ciclul primar și asupra rezultatelor școlare.

Mijloc de realizare a obiectivului

Programul de intervenție formativ bazat pe predarea integrată STREAM și Service Learning cu impact asupra procesărilor cognitive (Taxonomia Bloom) ale elevilor și asupra cunoștințelor elevilor.

Majoritatea publicațiilor în domeniul STEM fac referire la îmbunătățirea cunoștințelor și abilităților elevilor, având un efect considerabil asupra succesului școlar al acestora (Kazu & Kurtoglu, 2021; Mustafa et al., 2016; Putica, 2024; Taşdemir, 2022). Zeng și colaboratorii (2018) constată că educația STEM contribuie la îmbunătățirea nivelului gândirii și a abilității cognitive ale elevilor. Mustafa și colaboratorii (2016) pledează pentru utilizarea învățării bazate pe proiect în abordările integrate STEM/STEAM/STREAM. Studiile semnaleză și dezinteresul elevilor față de carierele în știință și cunoașterea științifică, în ciuda resurselor materiale puse de guvern la dispoziția școlilor (Börner et al., 2018; Kayan-Fadlelmula et al., 2022; Van Laar et al., 2017; Wang et al., 2011).

Ipoteză 1

Elevii care participă la programul de intervenție bazat pe activități integrate STREAM în folosul comunității înregistrează un nivel superior (semnificativ statistic) al procesărilor cognitive **comparativ cu cele ale colegilor** care nu participă la acest program.

Variabilă independentă: programul de intervenție formativă bazat pe abordarea integrată STREAM în folosul comunității.

Variabilă dependentă: nivelul procesărilor cognitive.

Ipoteza 2. Există diferențe semnificativ statistic între grupul experimental și cel de control în ceea ce privește nivelul procesărilor cognitive din categoriile Înțelegere, Reamintire și Aplicare (abilități de gândire de nivel scăzut).

Ipoteza 3. Există diferențe semnificativ statistic între grupul experimental și cel de control în ceea ce privește nivelul procesărilor cognitive din categoriile Analiză, Evaluare și Creație (abilități de gândire de nivel înalt).

Ipoteza 4

Reamintirea este un predictor pentru atingerea nivelului înțelegerii din Taxonomia lui Bloom de către elevii din ciclul primar.

Ipoteza 5

Înțelegerea este un predictor pentru atingerea nivelului aplicării din Taxonomia lui Bloom de către elevii din ciclul primar.

Ipoteza 6

Aplicarea este un predictor pentru atingerea nivelului analizei din Taxonomia lui Bloom de către elevii din ciclul primar.

Ipoteza 7

Analiza este un predictor pentru atingerea nivelului evaluării din Taxonomia lui Bloom de către elevii din ciclul primar.

Ipoteza 8

Evaluarea este un predictor pentru atingerea nivelului creat din Taxonomia lui Bloom de către elevii din ciclul primar.

Ipoteza 9

Există diferențe semnificativ statistic la grupul experimental între pre-testare și post-testare în ceea ce privește rezultatele obținute la disciplinele Comunicare în limba

română/Limba și literatura Română, Matematică, Științe și domeniul tehnic- aplicativ (Inginerie și Tehnologie).

Aplicarea Modelului Activităților STEM/STEAM/STREAM prin Proiecte SL elaborat în Cercetarea Preliminară

Temele propuse de profesori în cadrul cercetării anterioare fac referire preponderent la anotimpuri, la sărbătorile de iarnă, la sărbătorile pascale sau la protecția mediului. Modul de desfășurare implică alegerea unei teme zilnice de interes, abordată prin prisma tuturor disciplinelor prezente în orar în ziua respectivă, dar a unor activități din domeniile Inginerie și Tehnologie. Proiectele activităților propuse grupului experimental sunt prezentate în Anexele D1, D2, D3.

Structura generală a proiectelor este prezentată în cele ce urmează:

- Elemente de identificare.
- Pilonii STREAM implicați.
- Scopul.
- Obiectivele proiectului.
- Parteneri implicați.
- Diagrama activităților bazate pe abordări integrate STREAM.
- Descrierea celor cinci etape mari ale proiectului.
- Descrierea activităților propuse

Metodologia Cercetării

În cadrul studiului de față este implementat un design experimental în care variabila independentă este reprezentată de programul de intervenție formative aplicat grupului experimental (Tabelul 5.7.1.), iar variabila dependentă este reprezentată de scorul la cele trei teste aplicate (Anexele E1, E2, E3). Scorul testelor a fost calculat utilizând matricea de specificații și descriptori de performanță prezentați la finalul testelor de evaluare din anexele D1, D2, D3, D4.

Strategiile utilizate în cadrul celor două mari proiecte implementate la grupul experimental au integrat metode variate: experimental, brainstorming, anchete bazate pe chestionar orientate către membrii comunității, rezolvarea de probleme, investigația, jocul de rol etc. Elevii au fost organizați pe grupe, pe echipe, dar a fost nevoie și de organizarea frontală și individuală.

Tabelul 5.7.1.

Designul experimental

Momentul evaluării Grupul	Pretest	Intervenția formativă 1	Test intermediar	Intervenția formativă 2	Posttest
Grupul experimental	Proba de evaluare interdisciplinară	Activități STEM/STREAM orientate spre SLP	Proba de evaluare interdisciplinară	Activități STEM/STREAM orientate spre SLP	Proba de evaluare interdisciplinară
Grupul de control	Proba de evaluare interdisciplinară	Metoda tradițională	Proba de evaluare interdisciplinară	Metoda tradițională	Proba de evaluare interdisciplinară

Colectarea și Prelucrarea Datelor

Colectarea datelor a avut la bază testele de cunoștințe. Datele colectate sunt prelucrate cu ajutorul programului statistic IBM SPSS Statistics 20.0, la un grad de încredere de 95% și un prag de semnificație statistică de 0.05. Prezentarea rezultatelor obținute se face la nivel de etape și nivelul clasei.

Instrumentele utilizate pentru aprecierea realizării obiectivelor intervenției formative sunt reprezentate de testele interdisciplinare (testele conțin itemi specifici tuturor disciplinelor STEM) care măsoară nivelul procesărilor cognitive implicate în învățare. Instrumentele de cercetare sunt alcătuite din 5 itemi, mare parte dintre aceștia având subpuncte. Itemii măsoară nivelul procesărilor cognitive conform taxonomiei lui Bloom se dezvoltă la participanți. Testele sunt concepute respectând programele școlare în vigoare. Elevii având la dispoziție 100 de minute pentru a rezolva sarcinile de lucru, după următoarea structură: 50 de minute pentru rezolvarea itemilor primei părți a testului, 10 minute pauză, urmată de încă 50 de minute pentru rezolvarea itemilor celei de-a doua părți a testului.

Prezentarea rezultatelor începe cu validarea instrumentului de cercetare, continuă cu prezentarea analizelor descriptive (frecvențe absolute și frecvențe relative, valorii medii, deviația standard, valoarea minimă și valoarea maximă), analize corelaționale, analize de regresie și teste T-student.

Validarea instrumentului

Instrumentul de cercetare (a se vedea anexele D1, D2, D3, D4) este un instrument nou, propriu autorului, validat prin calcularea coeficientului Cronbach Alpha ce determină consistența scalei și analiza componentelor principale care determină modul de formare a constructelor și de grupare a itemilor.

Răspunsurile sunt reprezentate prin note de la 1 la 7 (minim 1- maxim 7), unde 1 a fost echivalentul calificativului aplicat claselor primare Insuficient (I), iar 7 a fost reprezentat de calificativul Foarte Bine (FB). Acest sistem de notare impune validarea instrumentului de cercetare. În analiza de validare a instrumentului sunt incluși 11 itemi, cei care respectă ca răspuns aceeași formă (1-7). În literatura de specialitate, valoarea minimă acceptată a coeficientului Cronbach Alpha este de 0.7. În cazul de față valoarea coeficientului Cronbach Alpha este 0.963 mult peste valoarea minimă acceptată, astfel că procesul de validare este unui confirmat cu succes.

Validarea și eliminarea itemilor constă în identificarea acelor care prin eliminarea lor duce la o valoare mai mare a coeficientului alfa din coloana *Rezultatul Cronbach's Alpha în cazul în care elementul este eliminat* și care au un impact nesemnificativ adică valoarea din coloana *Corelația totală a elementului corectată* este mai mică decât 0.20 sau negativă. Rezultatele prezentate în Tabelul 5.3. nu respectă cele două criterii menționate, astfel că în Analiza Componentelor Principale vom folosi toți cei 11 itemi.

Din punct de vedere metodologic vom aplica analiza Componentelor Principale pentru a determina modul de formare a tipurilor de procesări cognitive, vom ține cont de modelul taxonomiei lui Bloom pe marginea căruia s-a construit acest instrument de cercetare.

Metoda de rotație folosită este Direct Oblim ce confirmă existența unei corelații între componentele generate. Valorile calculate prin testul Măsurarea Kaiser-Meyer-Olkin a adecvării eșantionării, Testul de Sfericitate Bartlett și valorile proprii inițiale din tabelul Variația totală explicată validează corectitudinea analizei aplicate. Tipurile de procesări cognitive ce se formează sunt date de valorile proprii pentru care se depășește valoarea 1.

Testul de Sfericitate Bartlett confirmă aplicarea sau neaplicarea reducerii numărului de itemi. Deoarece $\text{Sig.} = 0.000 < 0.05$ procedura de reducere a numărului de itemi nu este necesară. În cazul de față, valoarea testului Măsurarea Kaiser-Meyer-Olkin a adecvării eșantionării este 0.936 mai mare decât valoare minimă acceptată 0.4, deci se aplică în continuare Analiza Componentelor Principale.

Pentru etapele de referință pre-test și post-test constructele au fost supuse analizei corelaționale și regresionale, pentru sublinierea asocierilor și influențelor din cadrul lor.

Analize comparative pre-test și post-test la grupul experimental

Tabelul 5.6.

Diferențe între mediile pre-test și post-test la grupul experimental

	Diferențe în perechi				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Media	Deviația standard	Eroare std. a mediei	Intervalul de încredere 95% al diferenței				
				Scăzut				Ridicat
Evaluare	-.64103	.92546	.10479	-.84968	-.43237	-6.117	77	.000
Creare	-.70513	.95495	.10813	-.92044	-.48982	-6.521	77	.000
Analizare	-.70513	1.05817	.11981	-.94371	-.46655	-5.885	77	.000
Reamintire	-.58974	1.12164	.12700	-.84263	-.33685	-4.644	77	.000
Înțelegere	-.73077	.93521	.10589	-.94163	-.51991	-6.901	77	.000
Aplicare	-.70513	.98177	.11116	-.92648	-.48377	-6.343	77	.000

Sursa: prelucrare proprie prin intermediul programului IBM SPSS Statistics 20.0

Rezultatele testului T-test pereche indică existența unor diferențe semnificative statistic ($p < 0.05$) între mediile categoriilor procesării cognitive din etapa post-test și mediile categoriilor procesării cognitive din etapa pre-test:

- $p = 0.000 < 0.05$ indică existența unei diferențe semnificative statistic între media Evaluării obținută în etapa post-test și media Evaluării obținută în etapa pre-test, diferența dintre ele fiind de 0.64 puncte.
- $p = 0.000 < 0.05$ confirmă existența unei diferențe semnificative statistic între media Creării de noi contexte obținută în etapa post-test și media Creării obținută în etapa pre-test, diferența dintre ele fiind de 0.70 puncte.

- $p=0.000<0.05$ surprinde existența unei diferențe semnificative statistic între media Analizării noilor situații obținută în etapa post-test și media Analizării obținută în etapa pre-test, diferența dintre ele fiind de 0.70 puncte.

- $p=0.000<0.05$ prezintă existența unei diferențe semnificative statistic între media Reamintirii ideilor principale obținută în etapa post-test și media Reamintirii obținută în etapa pre-test, diferența dintre ele fiind de 0.58 puncte.

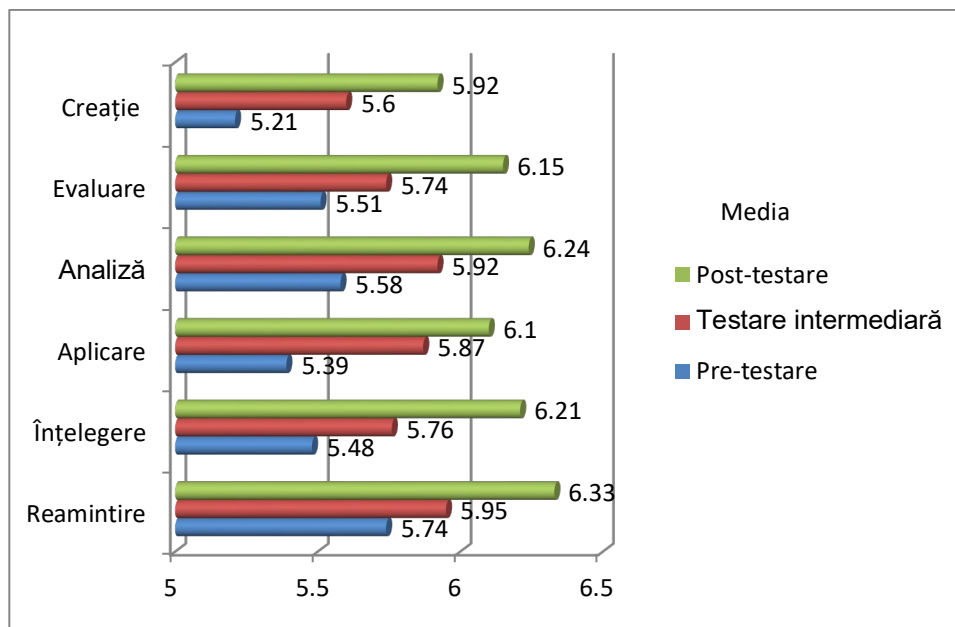
- $p=0.000<0.05$ afirmă existența unei diferențe semnificative statistic între media Înțelegerii obținută în etapa post-test și media Înțelegerii obținută în etapa pre-test, diferența dintre ele fiind de 0.73 puncte.

- $p=0.000<0.05$ indică existența unei diferențe semnificative statistic între media Aplicării noțiunilor desprinse din text obținută în etapa post-test și media Aplicării obținută în etapa pre-test, diferența dintre ele fiind de 0.70 puncte.

Potrivit rezultatelor T-test pereche, activitățile didactice desfășurate au adus îmbunătățiri semnificative în cazul tuturor celor șase categorii ale procesării cognitive

Figura 5.7.4.

Evoluția nivelului procesărilor cognitive la grupul experimental



În Figura 5.7.4. a fost prezentată evoluția grupului experimental în ceea ce privește nivelul procesărilor cognitive ilustrată prin cele trei teste aplicate în cadrul intervenției formative.

Analize comparative post- test experimental și post-test control

Tabelul 5.7.32.

Analize descriptive (comparativ post-test)

	Etapa Post-test	N	Media	Deviația standard	Eroarea st. a mediei
Evaluare	control post	78	5.9103	1.00887	.11423
	exp. post-test	78	6.1538	1.26980	.14378
Creare	control post	78	5.2308	1.12727	.12764
	exp. post-test	78	5.9231	1.37481	.15567
Analizare	control post	78	6.0769	1.07835	.12210
	exp. post-test	78	6.2436	1.22936	.13920
Reamintire	control post	78	5.8718	1.23119	.13940
	exp. post-test	78	6.3333	1.10096	.12466
Întelegere	control post	78	5.4487	.94865	.10741
	exp. post-test	78	6.2179	1.18044	.13366
Aplicare	control post	78	5.5769	1.03847	.11758
	exp. post-test	78	6.1026	1.24410	.14087

Testul t pentru cele două grupe, experimental și de control evidențiază faptul că există diferențe semnificative cu privire la nivelul procesărilor cognitive pentru Creație [t(154)= -3.338, p<0.005], Reamintire [t(154)= -2.468, p<0.005], Întelegere [t(154)= -4.486, p<0.001] și Aplicare [t(154)= -2.865, p<0.005].

Tabelul 5.7.33.

Analize egalității varianțelor și a mediilor (post-test)

	Testul Levene pentru egalitatea varianțelor		Testul t pentru egalitatea mediilor						
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	
								Scăzut	Ridicat
Evaluare	6.786	.010	-1.327	154	.187	-.24359	.18363	-.60635	.11917
Creare	3.657	.058	-3.439	154	.001	-.69231	.20130	-1.0899	-.29463
Analiză	.727	.395	-.900	154	.369	-.16667	.18516	-.53245	.19911
Reamintire	5.077	.026	-2.468	154	.015	-.46154	.18701	-.83098	-.09210
Întelegere	1.661	.199	-4.486	154	.000	-.76923	.17147	-1.1079	-.43049
Aplicare	.642	.424	-2.865	154	.005	-.52564	.1834	-.88813	-.16315

Testul t pentru cele două grupe, experimental și de control evidențiază faptul că există diferențe semnificative cu privire la nivelul procesărilor cognitive pentru Creație [$t(154) = -3.338$, $p < 0.005$], Reamintire [$t(154) = -2.468$, $p < 0.005$], Înțelegere [$t(154) = -4.486$, $p < 0.001$] și Aplicare [$t(154) = -2.865$, $p < 0.005$].

În ceea ce privește validarea ultimei ipoteze s-au realizat o serie de teste statistice, obținându-se următoarele rezultate:

- în cazul pretestării, în ceea ce privește disciplinele Comunicare în Limba Română/Limba și Literatura Română $mE=5.53$; $mC=5.50$ ($t=.113$, $DF=128.55$, $p=.910$) și Matematică $mE=5.46$, $mC=5.64$ ($t=.783$, $DF=158.89$, $p=.435$) rezultatele obținute nu se diferențiază semnificativ statistic pentru cele două grupe (experimental și de control- comparativ); cele două grupe se diferențiază semnificativ statistic, la pretestare, la Științe $mE=5.48$, $mC=5.99$ ($t=-2.258$, $DF=142.35$, $p=.025$) și domeniul tehnic $mE=5.53$, $mC=6.07$ ($t=-2.414$, $DF=154$, $p=0.017$) ca urmare a accentului diferențiat pus pe cele două domenii, a caracteristicilor profesorilor și a mediului școlar.
- în cazul posttestării se înregistrează diferențe semnificativ statistic la nivelul celor două grupe (experimental și de control- comparativ) la disciplinele Comunicare în Limba Română/Limba și Literatura Română $mE=6.20$, $mC=5.50$ ($t=4.461$, $DF=136.275$, $p=0.00$) și Matematică $mE=6.21$, $mC=5.60$ ($t=3.289$, $D=154$, $p=0.001$), dat fiind faptul că majoritatea activităților STEM din cadrul proiectelor propuse au la bază cele două discipline; de asemenea, la posttestare nu se înregistrează diferențe semnificativ statistic între cele două grupe la Științe $mE=6.13$, $mC=5.76$ ($t=1.966$, $DF=154$, $p=0.051$) și domeniul tehnic $mE=6.15$, $mC=5.87$ ($t=1.491$, $DF=154$, $p=.138$); accentul acordat în cazul grupului experimental disciplinelor Limba Română și Matematică a împietat asupra rezultatelor la Științe și domeniul tehnic.

Rezultatele cercetării experimentale

La nivelul eșantionului prezentei cercetări, instrumentul de cercetare aplicat în cele trei etape (pre-test, intermediar, post-test) se validează prin intermediul coeficienților specifici ai consistenței și fiabilității și poate fi folosit în cercetări viitoare.

În urma rezultatelor obținute se înregistrează îmbunătățiri semnificative statistic ale celor șase categorii ale procesării cognitive ale lui Bloom: Evaluare, Creare, Analizare, Reamintire, Înțelegere și Aplicare între scorurile obținute în etapa pre-test și scorurile obținute în etapa intermediară, între scorurile obținute în etapa intermediară și scorurile din etapa post-test și între scorurile obținute în etapa pre-test și scorurile înregistrate în etapa post-test în cazul grupului experimental.

Cu alte cuvinte, activitățile didactice desfășurate între etapa pre-test și etapa post-test au condus la îmbunătățirea capacităților de Evaluare, Creare, Analizare, Reamintire, Înțelegere și Aplicare ale elevilor, având un real succes.

În urma analizei rezultatelor cu referire la capacitatea elevilor de a rezolva corect itemii specifici Comunicării în Limba Română/Limba și literatura Română, Matematică, Științe și a domeniului tehnic-aplicativ (Inginerie și Tehnologii) se înregistrează diferențe semnificativ statistice între scorurile obținute în etapa pre-test și scorurile obținute în etapa post-test. De asemenea, se pot observa diferențe semnificativ statistic și în cazul itemilor domeniului tehnic-aplicativ (Inginerie și Tehnologii) între scorurile obținute în etapa pre-test și scorurile obținute în etapa intermediară.

Concluziile Cercetării Formative

Rezultatele obținute confirmă parțial ipotezele formulate (I1-I8). Astfel, nu se diferențiază la post-testare grupele experimentale și de control sub aspectul procesărilor corespunzătoare nivelelor Analiză și Evaluare din Taxonomia lui Bloom a domeniul cognitiv. Atribuim acest fapt practicilor curente de intervenție și control exercitate de profesorii din învățământul primar. Astfel spus, cadrele didactice pun un accent mai redus asupra dezvoltării abilităților de (auto)evaluare și de analiză ale elevilor lor. Assaraf și Orion (2010) arată că Analiza reprezintă un nivel al procesării cognitive mai greu de atins de către elevii din învățământul primar. În ceea ce privește Evaluarea referitor la care cele două grupuri nu se diferențiază semnificativ statistic, aceasta implică judecăți de valoare asupra relațiilor din componentele identificate în baza analizei (elemente și relații între elemente) și ca urmare este influențată de Analiză (așa cum relevă și din cercetarea noastră asupra procesărilor cognitive la cele două nivele).

În urma aplicării pretestării se poate observa capacitatea ridicată a elevilor din grupul experimental de a înțelege mesajul unui text și de a rezolva sarcini de lucru simple care implică reamintirea și evaluarea informațiilor și conținuturilor transmise în cadrul procesului instructiv-educativ. În situațiile în care elevii sunt puși în ipostaza de a analiza, crea sau aplica cunoștințe în situații concrete, aceștia întâmpină reale dificultăți.

La testarea intermediară elevii din grupul experimental reușesc să își reamintească mai ușor informațiile din textele date, chiar dacă acestea sunt mai complexe. Elevii analizează și compară corect informațiile date, dar întâmpină dificultăți în rezolvarea problemei matematice din test, dar și în rezolvarea sarcinilor de lucru care solicită creativitatea.

La post-testare se poate observa medii crescute ale scorurilor obținute la toate sarcinile de lucru de către majoritatea elevilor participanți. Cei mai mulți dintre elevi pot rezolva cu ușurință mare parte din sarcinilor de lucru, înregistrându-se o creștere a interesului pentru sarcinile de lucru bazate pe abordarea integrată STEM și o sensibilizare la problemele comunității.

Referitor la capacitatea elevilor de a rezolva corect sarcinile de lucru specifice Comunicării în Limba Română/ Limba și literatura română, Matematică, Științe și chiar Inginerie și Tehnologii se pot observa creșterii ale scorurilor obținute în etapa post-test, comparativ cu etapa pre-test. În cazul Ingineriei și Tehnologiei se observă diferențe și între scorurile obținute în etape pre-test, comparativ cu etapa intermediară de testare, fapt care întărește necesitatea introducerii unui curriculum bazat pe STEM și SL în ciclul primar. Rezultate obținute confirmă ipoteza 9.

În ceea ce privește rezultatele obținute de elevii din cadrul grupului de control rezultatele scorurile obținute la testele inițiale au fost aproximativ la fel cu cele ale elevilor din grupul experimental, însă în urma aplicării testului final aceștia nu au înregistrat creșterii ale capacităților de creare, evaluare și aplicare.

Extinderea cercetării –

Modelul de Abordare Integrată STEM propus Profesorilor din Cadrul Școlii de Vară - Inițierea Cadrelor Didactice Debutante în Abordarea Integrată STEM/STEAM, Zalău 2023

În baza cercetărilor realizate la elevi și profesori a fost propus un model de abordare integrată bidimensional care are ca și componente: disciplinele STEM, abordate succesiv (pe verticală), conexiunile între disciplina de la care pornește integrarea la un moment dat și alte discipline integrate (abordarea orizontală). Modelul mai include, sub aspectul proiectării, conținuturile disciplinelor, întrebările posibil a fi formulate astfel încât să motiveze elevii și să-i stimuleze să participe la lecție, abilitățile monodisciplinare și interdisciplinare pentru fiecare disciplină abordată la un moment dat în relație cu alte discipline.

Acestui model i s-a asociat harta tematică realizată pentru fiecare produs STEM în parte. Rolul hărții tematice este acela de a furniza o perspectivă de ansamblu asupra disciplinelor care fac obiectul integrării STEM/STEAM .

Modelul de abordare integrată STEM a fost aplicat profesorilor participanți la Școala de Vară desfășurată în perioada iulie- august 2023 (24 iulie-30 august). Școala de vară a debutat prin activități față în față (o săptămână) și a continuat cu activități online organizate în funcție de solicitările și disponibilitatea profesorilor. La activități au participat 26 de profesori debutanți selectați dintr-un grup mai mare în baza răspunsului la cerința de a realiza un proiect de abordare integrată.

Obiectivul cercetării: Transferul și testarea modelului optimizat elaborat în baza rezultatelor intervenției formative și a cercetărilor preliminare.

Ipoteza

Antrenamentul profesorilor debutanți realizat în cadrul Școlii de vară îmbunătățește semnificativ proiectarea activităților didactice în domeniul STEM/STEAM.

Structura activităților Școlii de Vară a fost următoarea:

- pretestarea care s-a realizat în baza unui proiect de activitate integrată propuse de participanți. Aceste proiecte au fost analizate utilizând o grilă realizată de doctorandă (a se vedea Anexa F3);

- o intervenție formativă care a constat în activități de instruire în domeniul STEM. Intervenția a implicat alegerea unui produs STEM care urma să fie realizat și pentru care s-au structurat următoarele activități: (i) confecționarea produsului STEM însoțit de fișa tehnică; (ii) explicitarea abilităților STEM; (iii) explicitarea conținuturilor monodisciplinare STEM/STEAM; (iv) realizarea unei hărți tematice multidisciplinare; (v) modelul abordării integrate (a se vedea Anexa F2).
- testare finală a constat în revizuirea proiectelor inițiale din perspectiva abordărilor integrate STEM/STEAM.

Discuția rezultatelor

Rezultatele obținute confirmă ipoteza formulată. Modelul conceput în baza cercetărilor realizate se dovedește a fi util în activitățile de formare în domeniul STEM. Se constată faptul că profesorii participanți mai întâmpină dificultăți la formularea abilităților interdisciplinare, la diferențierea între Ingineria și Tehnologie. Ca urmare acordă o extensie mai mare domeniilor Arte, Lectura și scrierea științifică, Matematică și explorarea mediului, respectiv Matematică și Științe. Trebuie menționat ca meritoriu faptul că profesorii implicați analizează critic corelațiile interdisciplinare, selectându-le numai pe cele utile elevilor.

Concluziile cercetării

Participarea cadrelor didactice la activitățile desfășurate i-a ajutat să realizeze cu o mai mare ușurință transferarea abordărilor integrate STEM/STEAM din activitățile didactice în viața de zi cu zi. În etapa post-test au reușit să stabilească un transfer între cunoștințele deținute în domeniile STEM/STEAM și rezolvarea anumitor probleme ale vieții cotidiene.

Limite ale Cercetărilor Realizate în Contextul Intervențiilor Formative

Lucrarea de față a ajuns la concluzii relevante privind opiniile profesorilor referitoare la Educația STEM și proiectele de învățare prin serviciu în folosul comunității, elaborarea unui model de abordare integrată STREAM valorificabil în comunitate și aplicarea acestui model la nivelul claselor primare. Rezultatele obținute prezintă o serie de implicații metodologice,

practice și teroretice importante pentru literatura de specialitate din țară și străinătate. Limitările existente se datorează unuor factori interni sau externi.

Prima limitare se datorează numărului redus al subiecților profesori incluși în intervențiile formative. Astfel, dacă la anchetă au participat 150 de profesori, în cele două intervenții formative au participat doar 76 respectiv 26 profesori.

A doua limitare care vizează elevii participanți la cercetare este dată de structura celor două eșantionane: în eșantionul experimental au fost cuprinși elevi din trei școli din mediul rural și o școală din mediul urban, în timp ce în grupul de control au fost cuprinși elevi din trei școli din mediul urban și o școală din mediul rural.

Deschiderea profesorilor din mediul rural față de noi abordări didactice este mai mică, fapt care reprezintă o limitare a cercetării de față. În fapt, doctoranda a dorit să coopteze mai multe care didactice în cercetările sale dar s-a confruntat cu refuzul acestora.

O altă limitare se referă la faptul că randomizarea a fost făcută pe clase și nu pe subiecți, fapt care ar fi îngreunat cercetarea. De asemenea, o limitare o constituie absența studiului follow-up, datorită factorilor externi precum perioadele mari de grevă ale cadrelor didactice și centarea pe activități de recuperare sau activități de fixare și consolidare a cunoștințelor care să asigure promovarea cu succes în ciclul superior de învățământ.

Eșantionul mic de elevi participanți la cercetarea experimentală și analiza unor subdomenii cunoscute (Taxonomia lui Bloom) a dus la valori mai mari ale lui R^2 în cazul testelor de regresie.

Cu toate că lucrarea de față prezintă o serie de studii la nivel international care au fundamentat cercetarea, lipsa unor astfel de studii în țară prezintă o limitare în ceea ce privește modul de abordare a temei raportat la caracteristicile învățământului românesc. Această limitare va trebui luată în considerare de coceptorii de curriculum care ar trebui să integreze educația STEM în curriculumul școlar.

Evidențierea Contribuțiilor Doctorandei la Dezvoltarea Domeniilor STEM și SLP

Contribuțiile doctorandei la dezvoltarea celor două domenii au constat în:

- publicații (articole în volume de conferință și jurnale, cărți și capitole în cărți);

- proiecte educaționale extracurriculare la nivel local și județean în domeniile menționate;
- cercetările realizate (anchete și analize de produse în cazul cadrelor didactice, analiza proceselor cognitive dezvoltate elevilor);
- curs de formare acreditat de Ministerul Educației;
- înființarea și activitățile Asociației Ș.T.I.M. TRADIȚII;
- platforma interactivă de lucru pentru profesori ;
- comunitate de învățare și schimb de bune practice în domeniile menționate (2700 membri din țară și străinătate).

În urma realizării cercetărilor preliminare și a celei experimentale am adus în prim plan abordarea integrată STEM prin proiectele de tip Service-Learning în județul Sălaj, cât și la nivel național și internațional prin publicațiile amintite la începutul lucrării de față.

Bibliografie selectivă

- Bărnuțiu, M., & Ciascai, L., (2020). Primary and pre-school teachers' views on STEM based approaches, Conference Education, Reflection, Development, Seventh Edition, *European Proceedings of Social and Behavioral Sciences*, Babeș-Bolyai University.
- Bărnuțiu-Sârca, M., & Ciascai, L. (2021). A Comparative Study of Primary Curriculum of Finland, Singapore, USA and Romania. In Albulescu & C. Stan (Eds.), Education, Reflection, Development- ERD 2021, 2, (pp. 441-452). European Publisher.
<https://doi.org/10.15405/epes.22032.44>.
- Beavis, C. (2007). Writing, digital culture and English curriculum. *L1 Educational studies in language and literature*, 7(4), 23-44.
- Bender, W. N. (2017). *20 Strategies for Increasing Student Engagement*. Learning Sciences International.
- Bryan, R. R., Glynn, S. M., & Kittleson, J. M. (2011). Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education*, 95(6), 1049-1065.
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. David McKay Co Inc.

- Börner, K., Scrivner, O., Gallant, M., Ma, S., Liu, X., Chewning, K., Wue, L., & Evans, J. A. (2018). Skill discrepancies between research, education, and jobs reveal the critical need to supply soft skills for the data economy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*(50), 12630–12637. <https://doi.org/10.1073/pnas.1804247115>
- Borzea, P., A. (2017), Integrarea curriculară și dezvoltarea capacității cognitive, Ed. Polirom.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heinemann: Westport, CT.
- Bybee, R., W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, *70*(1), 30.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*.
- Cain, K. (2009). Making sense of text: skills that support text comprehension and its development. *Perspectives on language and literacy*, *35*(2), 11-14.
- Caldwell, H., & Pope, S. (2019). *STEM in the primary curriculum*, Editura Sage.
- Chan, T. W. (2010). How East Asian classrooms may change over the next 20 years. *Journal of Computer Assisted Learning*, *26*(1), 28-52.
- Ciolan, L. (2008). *Învățarea integrată. Fundamente pentru un curriculum transdisciplinar*, Editura Polirom.
- Ciolan, L. & Ciolan, L. E. (2008). Pedagogia învățământului primar și preșcolar. Demersuri integrate în învățământul primar, Ministerul Educației, Cercetării și Tineretului Program universitar de formare în domeniul Pedagogie pentru Învățământ, <https://pdfcoffee.com/demersuri-integrate-in-inv-primarpdf-pdf-free.html>
- Cucoș, C., (2014). *Pedagogie*, ediția a III-a, Ed. Polirom.
- Curry, M. J., & Hanauer, D. I. (Eds.). (2014). *Language, literacy, and learning in STEM education: Research methods and perspectives from applied linguistics* (Vol. 1). John Benjamins Publishing Company.
- Dewey, J., (1916). *Democracy and Education*. New York, Macmillan.
- Drake, S., & Burns, R. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. ASCD.
- Drake, S., (1993). *Planning Integrated Curriculum: The Call to Adventure*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Erickson, J. A., & Anderson, J. B. (1997). Learning with the community: Concepts and models for service-learning in teacher education.

- Forgarty, R., (1991a). *The Mindful School: How to Integrate the Curriculum*. Pallantine, Skylight Publishing.
- Furco, A., & Billig, S. H. (Eds.). (2002). *Service learning: The essence of the pedagogy*. IAP.
- Fundația Noi Orizonturi (2021). Școli în folosul comunității. <https://www.noi-orizonturi.ro/2022/11/02/scoli-in-folosul-comunitatii-2022-2023/>
- Gee, J. P. (2010). Learning by design: Games as learning machines. *Interactive Educational Multimedia*, (8), 15-23.
- Hasni, A., & Potvin, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy, *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(3), 337-366.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. DC: National Academies Press.
- Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Moore, T. J. (Eds.). (2015). *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. Routledge.
- Kazu, I. Y., & Kurtoglu Yalcin, C. (2021). The effect of stem education on academic performance: A meta-analysis study. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 20(4), 101-116.
- Sellami, A., Fadlelmula, F. K., Abdelkader, N., & Al Thani, M. F. (2021). A critical review of research on STEM education in Qatar. *The International Journal of Humanities Education*, 20(1), 19.
- Kysilka, M. L. (1998). Understanding integrated curriculum. *Curriculum journal*, 9(2), 197-209
- Lamberg, T., & Trzynadlowski, N. (2015). How STEM academy teachers conceptualize and implement STEM education. *Journal of Research in STEM Education*, 1(1), 45-58.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2.
- McKinsey Report, (2017). [mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/how-to-improve-student-educational-outcomes-new-insights-from-data-analytics](https://www.mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/how-to-improve-student-educational-outcomes-new-insights-from-data-analytics) (accessed at 10 June 2021).

- Mustafa, N., Ismail, Z., Tasir, Z., Said, M. și Haruzuan, MN (2016). O meta-analiză asupra strategiilor eficiente pentru educația integrată STEM. *Advanced Science Letters*, 22 (12), 4225–4228. <https://doi.org/10.1166/asl.2016.8111>
- OECD (2018). Finland. Paris: Organization for Educational Development and Cooperation, [http://www.oecd.org/finland/.using a complex designed system](http://www.oecd.org/finland/.using%20a%20complex%20designed%20system). *IJ STEM Ed* 7(3). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0201-4>.
- Ostler, E. (2015). *STEM education: An overview of contemporary research, trends, and perspective*, Cycloid Publication.
- Paul, A. (2019). Technology Scouting and Inventions Patenting With Impact on the Agrifood Future: INACO–Institutional Innovation for Competitiveness in Romania. In *Agrifood Economics and Sustainable Development in Contemporary Society* (pp. 347-366). IGI Global.
- Paul, A. (2020). Ghidul meseriilor viitorului. Oportunitățile pieței muncii în lumea de mâine <https://inaco.ro/wp-content/uploads/2020/10/Ghidul-meseriilor-viitorului-Editia-a-IIIa-INACO-Sep-2020-red.pdf>
- Palmer, P., & Lister, S. (2019). Foreign languages and STEM. *STEM in the Primary Curriculum*, 81.
- Pânișoară I., O. (2017). *Ghidul profesorului*, Editura Polirom.
- Pimthong, P., & Williams, J. (2018). Preservice teachers' understanding of STEM education, *Kasetsart Journal of Social Sciences*.
- Putica, K. (2024). Meta-analysis of the effects of stem teaching approach on the development of 21st century competencies related to learning of natural sciences. In *International Scientific Conference STEM/STEAM/STREAM Approach in Theory and Practice of Contemporary Education, University of Kragujevac, Faculty of Education in Jagodina, May 31 2024*.
- Rahman, N. A., Rosli, R., & Rambley, A. S. (2021). Mathematical teachers' knowledge of STEM-based education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806, 012216. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012216>
- Regina & Ferrara (2017). Manual de Service-Learning în Europa Centrală și de Est pentru profesori și elevi implicate, Asociația Noi Orizonturi.

- STEM Task Force Report. (2014). Innovate: A blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education. *Dublin, CA: Dedicated to Education Foundation.*
- Tang, W., T. (2019). STEM Education Landscape: The Case of Singapore, *Journal of Physics: Conf. Series* 1340 ,012002 doi:10.1088/1742-6596/1340/1/012002.
- Taşdemir, F. (2022). Examination of the effect of STEM education on academic achievement: A Meta-analysis study. *Education Quarterly Reviews*, 5(2).
- The Royal Society (Charity). (2014). *Vision for science and mathematics education.* The Royal Society Science Policy Centre, London, England.
- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. *Intermediate Unit, 1*, 11-17.
- Tytler, R. (2007). Re-imagining science education: Engaging students in science for Australia's future. *Teaching Science*, 53(4), 14-17.
- Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., & De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: a systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577–588. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1–13, <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM education. *Annual review of sociology*, 41, 331.
- Zeng, Z., Yao, J., Gu, H. și Przybylski, R. (2018). O meta-analiză asupra efectelor educației STEM asupra abilităților elevilor. *Science Insights Education Frontiers*, 1 (1), 3–16. <https://doi.org/10.15354/sief.18.re005>