



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



UNIVERSITATEA „BABEȘ-BOLYAI” CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE PSIHOLOGIE ȘI ȘTIINȚE ALE EDUCAȚIEI
ȘCOALA DOCTORALĂ „DIDACTICĂ. TRADIȚIE,
DEZVOLTARE, INOVAȚIE”

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

EFECTELE ÎNVĂȚĂRII PRIN INVESTIGAȚIE ASUPRA COMPETENȚELOR ȘI ATITUDINILOR ELEVILOR FAȚĂ DE DISCIPLINELE STEM

Conducător de doctorat:

prof. univ. dr. habil CIASCAI LILIANA

conf. univ. dr. COSTESCU CRISTINA - ANAMARIA

Student-doctorand:
POP CRISTINA - FLORINA

Cluj-Napoca
2026

CUPRINS

Cuprins	1
Lista Figurilor	6
Lista Tabelelor	7
Lista Abrevierilor și Acronimelor	8

PARTEA I. FUNDAMENTE TEORETICE ȘI CONCEPTUALE

Introducere	9
Argument	10
Designul general al cercetării.....	12

CAPITOLUL 1. Aspecte generale privind predarea-învățarea la științele naturii și tehnologie.....

1.1. Știința și Tehnologia. Delimitări conceptuale.....	14
1.1.1. Știința.....	14
1.1.2. Tehnologia.....	15
1.2. Cunoașterea științifică și tehnologică.....	15
1.2.1. Aspecte epistemologice.....	16
1.2.2. Cunoașterea științifică.....	16
1.2.3. Cunoașterea în domeniul tehnologiei.....	18
1.3. Gândirea și procesele cunoașterii științifice și tehnice.....	18
1.3.1. Gândirea științifică și tehnică.....	18
1.3.2. Procesul cunoașterii științifice.....	19
1.3.3. Procesul tehnologic.....	21

CAPITOLUL 2. Învățarea științei și tehnologiei prin investigație.....	23
2.1. Inquiry/Ancheta. Precizarea conceptului.....	23
2.1.1. Delimitări conceptuale.....	23
2.1.2. Inquiry. Istoric și evoluții.....	24
2.1.3. Cultura inquiry.....	25
2.2. Învățarea bazată pe inquiry.....	25
2.2.1. Definirea conceptului de învățare bazată pe inquiry (IBL).....	25
2.2.2. Tipologia și ierarhia activităților IBL.....	27
2.2.3. Strategii utilizate în învățarea bazată pe anchetă.....	27
2.2.4. Evaluarea în activitățile de învățare bazate pe inquiry.....	28
2.3. Modele ale învățării științei și tehnologiei bazate pe investigație.....	28
2.4. Beneficiile și provocările utilizării investigației.....	29

CAPITOLUL 3. Învățarea bazată pe investigație ghidată de profesor a științei și tehnologiei în învățământul primar (IBS&TL).....	30
3.1. Studiul științei în școala primară.....	30
3.2. Studiul tehnologiei în învățământul primar.....	33
3.3. Învățarea bazată pe investigație în învățământul primar.....	34
3.3.1. Identificarea unui model de învățare bazată pe inquiry.....	34

PARTEA A II-A CERCETAREA EXPERIMENTALĂ ȘI STUDIILE EMPIRICE

CAPITOLUL 4. (Studiul 1) Înțelegerea și utilizarea învățării bazate pe investigație de către viitorii profesori din învățământul preșcolar și primar.....	36
4.1. Introducere.....	36
4.2. Cadru teoretic.....	36
4.3. Scopul cercetării și întrebările de cercetare.....	37
4.4. Metodologie.....	37
4.4.1. Participanți.....	37
4.4.2. Colectarea datelor.....	37
4.4.3. Instrumente de cercetare și procedură.....	37
4.4.4. Analiza datelor.....	38
4.5. Rezultate.....	38

4.6. Discuții.....	39
4.7. Implicații practice ale cercetării.....	40
4.8. Limitele studiului.....	41
4.9. Direcții viitoare de cercetare.....	41
4.10. Concluzii generale ale cercetării.....	41

CAPITOLUL 5. (Studiul 2) Percepțiile profesorilor asupra relației dintre instruirea diferențiată și învățarea bazată pe investigație.....42

5.1. Introducere.....	42
5.2. Cadru teoretic.....	42
5.3. Scopul și obiectivele cercetării.....	42
5.4. Metodologie.....	42
5.4.1. Participanți.....	43
5.4.2. Colectarea datelor.....	43
5.4.3. Instrumente de cercetare și procedură.....	43
5.4.4. Analiza datelor.....	43
5.5. Rezultate.....	43
5.6. Discuții.....	47
5.7. Implicații practice ale cercetării.....	47
5.8. Limitele studiului	48
5.9. Direcții viitoare de cercetare.....	48
5.10. Concluzii generale ale cercetării.....	48

CAPITOLUL 6. (Studiul 3) Percepțiile profesorilor asupra caracteristicilor domeniilor Tehnologie și Inginerie și a relației dintre acestea și profesia de inginer.....49

6.1. Introducere.....	49
6.2. Cadru teoretic.....	49
6.3. Scopul, obiectivele cercetării și întrebările de cercetare.....	49
6.4. Metodologie.....	50
6.4.1. Participanți.....	50
6.4.2. Colectarea datelor.....	50
6.4.3. Instrumente de cercetare și procedură.....	50
6.4.4. Analiza datelor.....	51
6.5. Rezultate.....	51

6.6. Discuții.....	53
6.7. Implicații practice ale cercetării.....	53
6.8. Limitele studiului.....	54
6.9. Direcții viitoare de cercetare.....	54
6.10. Concluzii generale ale cercetării.....	54

CAPITOLUL 7. Cercetare privind impactul învățării bazate pe investigație asupra cunoștințelor, abilităților științifice și tehnologice ale elevilor

7.1. Coordonatele generale ale cercetării.....	55
7.2. Scopul, obiectivele și întrebările cercetării experimentale.....	59
7.3. Ipotezele cercetării.....	61
7.4. Metodologia cercetării.....	62
7.4.1. Prezentarea și descrierea grupului țintă.....	62
7.4.2. Desfășurarea în timp și spațiu a cercetării experimentale.....	62
7.4.3. Procedura.....	63
7.4.4. Colectarea și prelucrarea datelor.....	63
7.4.5. Instrumentul de cercetare.....	63
7.4.6. Validarea instrumentului de cercetare.....	64
7.5. Rezultate.....	58
7.6. Discuții.....	67
7.7. Limite ale cercetării.....	68
7.8. Direcții viitoare de cercetare.....	68
7.9. Implicații practice.....	68
7.10. Concluzii.....	68

CAPITOLUL 8. Cercetare privind atitudinea elevilor față de știință și tehnologie/

inginerie.....	69
8.1. Scopul cercetării.....	69
8.2. Obiectivele cercetării.....	69
8.3. Ipoteza cercetării.....	69
8.4. Metodologia cercetării.....	69
8.4.1. Participanți.....	69
8.4.2. Procedura.....	70
8.4.3. Instrumentul de cercetare.....	70

8.5. Rezultate.....	70
8.6. Discuții.....	72
8.7. Limite ale cercetării.....	73
8.8. Direcții viitoare de cercetare.....	73
8.9. Concluzii asupra dimensiunii atitudinale.....	73
Capitolul 9. Concluzii.....	74
9.1. Concluzii generale și discuții.....	74
9.2. Contribuții originale ale cercetării.....	75
9.3. Limitele cercetării.....	76
9.4. Direcții viitoare de cercetare.....	76
Referințe bibliografice.....	78

Lista Figurilor

	Titlul figurii	Pag.
1.1.	Perspectiva inductivistă asupra procesului cunoașterii științifice (Ciascai, 1999, p. 40)	20
1.2.	Modelul inductivist al procesului cunoașterii științifice	20
1.3.	Modelul ciclic al procesului cunoașterii științifice	20
1.4.	Ciclul procesului tehnologic de realizare a unui produs	21
2.2.	Procesul proiectării Inquiry/anchetei ghidate	28
3.1.	Metoda științifică în ciclul primar (demersul ipotetico-deductiv)	31
3.2.	Ciclul învățării prin explorare	32
3.3.	Ciclul învățării experiențiale	33
3.4.	Ciclul unei activități tehnologice realizate în activitățile școlare (după Albion et al. 2011, adaptat de Ciascai, 2018)	30
3.5.	Model de învățare bazată pe investigație ghidată pentru învățământul primar	34
4.1.	Rezultatele obținute la itemii grilei de evaluare cu referire la răspunsurile corect și parțial corect	40
7.1.	Modelul operațional al învățării bazate pe investigație	57
7.2.	Ghidarea elevilor în realizarea investigației	58

Lista Tabelelor

	Titlul Tabelului	Pag.
4.1.	Rezultatele obținute la itemii grilei de evaluare și prelucrarea lor	38
5.1.	Răspunsurile subiecților la itemul „În care momente ale unei activități didactice apălați la diferențierea învățării”	44
5.2.	Metode/tehnici de diferențiere a activității	44
5.3.	Rezultate privind rolul profesorului în activitățile de învățare	45
5.4.	Activități desfășurate independent de elevi	46
6.1.	Acordul respondenților cu referire la afirmațiile privind obiectul de studiu al tehnologiei și ingineriei	51
6.2.	Opinia respondenților cu referire la obiectul de studiu al tehnologiei și ingineriei	52
6.3.	Opinia respondenților cu referire la ocupațiile inginerului și tehnologului (%)	52
7.9.	Operaționalizarea variabilei dependente și indicatorii măsurabili	60
7.13.	Statistică descriptivă pentru rezultatele la testele de cunoștințe științifice ale grupului experimental	64
7.17.	Statistică descriptivă pentru rezultatele la testele finale de abilități științifice ale grupului experimental și de control	65
7.19.	Statistica descriptivă pentru rezultatele la testele inițiale de cunoștințe și abilități tehnologice ale grupului experimental	66
8.10.	Rezultatele testului t pentru eșantioane independente privind atitudinea față de disciplina Științe	71

Lista abrevierilor și acronimelor

NGSS - Organizația Next Generation Science Standards

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development/Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/Organizația Națiunilor Unite pentru Educație, Știință și Cultură

NRC - National Research Council IBL - învățare bazată pe investigație

IBSE - modelul Inquiry based science education - educația bazată pe anchetă la științe

IBTE - Inquiry based Technology education - educația bazată pe anchetă la tehnologie

IBS & TL - Învățarea bazată pe investigație ghidată de profesor a științei și tehnologiei NOS - Natura Științei

NOT/I - Natura Tehnologiei/Ingineriei

AEE - Asociația pentru Învățarea Experențială/The Association for Experiential Learning

ISTE - International Society for Technology in Education

ITEA - International Technology Education Association

NETS•S - Standardele naționale de educație tehnologică pentru elevi/National Educational Technology

Standards for Students

PIPP IF - Pedagogia Învățământului Primar și Preșcolar Frecvență redusă

PIPP Conversie - Pedagogia Învățământului Primar și Preșcolar Conversie

AigS - activități de investigație ghidată de profesor care vizează studiul unor teme sau fenomene

AigT - activități de investigație ghidată de profesor care vizează realizarea unor sarcini preponderent tehnologice

AigI - activități investigative, ghidate de profesor, care vizează studiul interdisciplinar (științe și tehnologie)

MORE - Model - Observație - Reflecție - Explicație

POE - Predicție - Observație - Explicație

STEM - Știință - Tehnologie - Inginerie - Matematică/Science - Technology - Engineering - Mathematics

STEAM - Știință - Tehnologie - Inginerie – Artă - Matematică/Science - Technology - Engineering - Art - Mathematics

INTRODUCERE

Societatea contemporană este caracterizată printr-o dezvoltare accelerată a științei și tehnologiei, care influențează profund toate domeniile vieții sociale, economice și culturale. În acest context, educația are responsabilitatea de a forma elevi capabili să înțeleagă fenomenele științifice, să utilizeze tehnologia în mod critic și creativ și să dezvolte competențe necesare adaptării la cerințele unei societăți bazate pe cunoaștere și inovare. Reformele curriculare recente, orientate spre dezvoltarea competențelor-cheie și promovarea educației STEM/STEAM, evidențiază necesitatea unor abordări didactice moderne, centrate pe elev, care să stimuleze participarea activă, gândirea critică, rezolvarea de probleme și investigarea realității.

În domeniul educației științifice și tehnologice, una dintre direcțiile pedagogice care a atras un interes deosebit în ultimele decenii este învățarea bazată pe investigație (Inquiry-Based Learning - IBL). Această abordare promovează implicarea activă a elevilor în procesul de construire a cunoașterii prin formularea de întrebări, explorare, experimentare, analiză și argumentare, apropiind activitatea de învățare de demersul autentic al cercetării științifice și tehnologice. În cadrul învățării bazate pe investigație, elevul nu mai este un simplu receptor al informației, ci devine participant activ la procesul de descoperire și interpretare a fenomenelor studiate.

Numeroase cercetări internaționale subliniază faptul că strategiile didactice bazate pe investigație contribuie la dezvoltarea competențelor științifice, a gândirii critice, a capacității de rezolvare a problemelor și a motivației pentru învățare. Totodată, acestea favorizează dezvoltarea unor atitudini pozitive față de știință și tehnologie, aspect esențial în contextul scăderii interesului elevilor pentru domeniile STEM. Cu toate acestea, implementarea eficientă a acestei abordări în învățământul primar întâmpină numeroase provocări, generate de pregătirea insuficientă a cadrelor didactice, lipsa resurselor adecvate, dificultățile de evaluare și particularitățile de dezvoltare cognitivă ale elevilor mici.

În România, cercetările privind impactul învățării bazate pe investigație asupra dezvoltării competențelor științifice și tehnologice ale elevilor din ciclul primar sunt relativ limitate, în special în ceea ce privește integrarea dimensiunii tehnologice și ingineresti în activitățile de învățare. De asemenea, există puține studii care investighează simultan efectele acestei abordări asupra cunoștințelor, abilităților și atitudinilor elevilor față de știință și tehnologie/inginerie.

Pornind de la aceste considerente, prezenta teză de doctorat își propune să investigheze impactul învățării bazate pe investigație asupra dezvoltării cunoștințelor și abilităților științifice și tehnologice ale elevilor, precum și asupra atitudinii acestora față de știință și tehnologie/inginerie. Cercetarea urmărește atât analiza fundamentelor teoretice ale învățării prin investigație, cât și realizarea unor studii empirice privind percepțiile profesorilor și efectele aplicării unui model de învățare bazat pe investigație în învățământul primar.

Lucrarea este structurată în nouă capitole, organizate în două direcții complementare: fundamentarea teoretică și investigarea empirică. Primele capitole analizează conceptele fundamentale privind știința, tehnologia, cunoașterea științifică și tehnologică, precum și specificul învățării bazate pe investigație. Sunt prezentate modelele teoretice relevante, strategiile didactice specifice și beneficiile utilizării investigației în educația științifică și tehnologică. De asemenea, sunt analizate particularitățile aplicării acestei abordări în învățământul primar și fundamentele modelului utilizat în cercetarea formativă.

Partea aplicativă a tezei include mai multe studii dedicate investigării percepțiilor viitorilor profesori și ale cadrelor didactice privind învățarea bazată pe investigație, relația dintre instruirea diferențiată și investigație, precum și reprezentările profesorilor despre tehnologie și inginerie. Componenta centrală a cercetării este reprezentată de studiul experimental privind impactul activităților bazate pe investigație asupra dezvoltării cunoștințelor și abilităților elevilor și asupra atitudinii lor față de știință și tehnologie/inginerie.

Rezultatele cercetării urmăresc să contribuie la dezvoltarea cunoașterii în domeniul didacticii științelor și tehnologiei și să ofere repere teoretice și practice pentru optimizarea procesului educațional din învățământul primar. Totodată, lucrarea își propune să evidențieze importanța promovării unor practici pedagogice inovatoare, centrate pe investigare și explorare, capabile să formeze elevi activi, reflexivi și interesați de domeniile științifice și tehnologice.

ARGUMENT

Alegerea temei „Efectele învățării prin investigație asupra competențelor și atitudinilor elevilor față de disciplinele STEM” este determinată de necesitatea identificării și promovării unor modalități eficiente de predare-învățare în domeniul educației științifice și tehnologice, adaptate cerințelor societății actuale și nevoilor de dezvoltare ale elevilor.

În contextul transformărilor rapide generate de progresul tehnologic și digitalizare, sistemul educațional este chemat să depășească paradigma tradițională, centrată predominant

pe transmiterea de informații, și să orienteze procesul educativ spre formarea competențelor necesare secolului XXI. Dezvoltarea gândirii critice, a capacității de investigare, a creativității, colaborării și rezolvării de probleme reprezintă obiective fundamentale ale educației contemporane, iar învățarea bazată pe investigație oferă un cadru favorabil pentru atingerea acestora.

Interesul pentru această temă a fost susținut atât de experiența profesională și preocupările autoarei în domeniul educației științifice și tehnologice, cât și de observațiile privind dificultățile întâmpinate de elevi în înțelegerea conceptelor științifice și aplicarea practică a cunoștințelor. În multe situații, activitățile didactice desfășurate în școală rămân predominant reproductivă, cu accent pe memorare și reproducere de informații, ceea ce limitează implicarea activă a elevilor și dezvoltarea competențelor de investigare și explorare.

Analiza literaturii de specialitate evidențiază existența unor rezultate pozitive asociate utilizării învățării bazate pe investigație, însă și nevoia unor cercetări suplimentare privind aplicarea acestei abordări în învățământul primar și integrarea dimensiunilor științifice, tehnologice și ingineresti într-un cadru educațional coerent. În spațiul educațional românesc, studiile dedicate impactului acestei metode asupra dezvoltării competențelor elevilor și asupra atitudinilor față de știință și tehnologie sunt încă insuficiente, ceea ce justifică relevanța și actualitatea cercetării.

Tema prezentei teze este importantă și prin implicațiile sale practice. Rezultatele cercetării pot contribui la fundamentarea unor strategii didactice eficiente pentru predarea științelor și tehnologiei în învățământul primar, la îmbunătățirea formării inițiale și continue a cadrelor didactice și la promovarea unor experiențe de învățare autentice, bazate pe explorare și descoperire. Totodată, cercetarea poate oferi repere utile pentru dezvoltarea curriculumului și pentru integrarea mai eficientă a abordărilor de tip STEM/STEAM în activitatea școlară.

Prin investigarea relației dintre învățarea bazată pe investigație și dezvoltarea cunoștințelor, abilităților și atitudinilor elevilor, lucrarea își propune să evidențieze rolul esențial al acestei abordări în formarea unei culturi științifice și tehnologice autentice încă din primii ani de școlaritate. În același timp, cercetarea susține ideea că educația științifică și tehnologică trebuie să depășească transmiterea unor conținuturi teoretice și să ofere elevilor oportunități reale de explorare, experimentare și înțelegere a lumii în care trăiesc.

DESIGNUL GENERAL AL CERCETĂRII

Cercetarea realizată în cadrul prezentei teze doctorale a fost concepută într-o manieră etapizată și integrată, urmărind fundamentarea teoretică și empirică a intervenției formative bazate pe învățarea prin investigație. Designul general al cercetării îmbină studii exploratorii și descriptive cu o cercetare experimentală, având ca scop investigarea impactului învățării bazate pe investigație asupra cunoștințelor, abilităților științifice și tehnologice ale elevilor și asupra atitudinii acestora față de știință și tehnologie/inginerie.

Sucesiunea studiilor a fost stabilită în mod logic și progresiv, fiecare etapă contribuind la clarificarea unor aspecte conceptuale, metodologice și practice necesare proiectării intervenției experimentale. În prima etapă au fost analizate fundamentele teoretice ale învățării bazate pe investigație, particularitățile predării-învățării științei și tehnologiei în învățământul primar, precum și modelele inquiry relevante pentru cercetare. Această etapă a permis definirea cadrului conceptual și identificarea modelului de învățare utilizat în intervenția formativă.

Studiile preliminare prezentate în capitolele 4-6 au avut rol exploratoriu și au urmărit investigarea modului în care cadrele didactice și viitorii profesori înțeleg și utilizează învățarea bazată pe investigație, relația dintre instruirea diferențiată și strategiile inquiry, precum și percepțiile asupra domeniilor tehnologie și inginerie. Rezultatele acestor cercetări au evidențiat dificultăți și nevoi existente în practica educațională, dar și o deschidere a cadrelor didactice față de utilizarea strategiilor investigative în activitatea didactică.

Relația dintre studiile preliminare și cercetarea experimentală este una de complementaritate și continuitate metodologică. Concluziile obținute în urma cercetărilor preliminare au contribuit la elaborarea intervenției formative, la selectarea activităților de învățare bazate pe investigație și la adaptarea instrumentelor de cercetare la particularitățile elevilor din învățământul primar. Totodată, aceste studii au oferit repere pentru formularea ipotezelor și pentru stabilirea variabilelor investigate în cadrul experimentului pedagogic.

Cercetarea experimentală, prezentată în capitolul 7, reprezintă etapa centrală a demersului investigativ. Aceasta a fost realizată pe două grupuri de elevi - experimental și de control - și a urmărit evaluarea efectelor aplicării strategiilor de învățare bazate pe investigație asupra dezvoltării cunoștințelor și abilităților științifice și tehnologice. În continuare, capitolul 8 completează analiza prin investigarea dimensiunii atitudinale, respectiv a modului în care experiențele de învățare bazate pe investigație influențează atitudinea elevilor față de știință, tehnologie și inginerie.

Prin structura sa, cercetarea propune un demers coerent și progresiv, în care studiile preliminare fundamentează intervenția experimentală, iar rezultatele obținute contribuie la evidențierea valorii pedagogice a învățării bazate pe investigație în învățământul primar.

CAPITOLUL 1. ASPECTE GENERALE PRIVIND PREDAREA – ÎNVĂȚAREA LA ȘTIINȚELE NATURII ȘI TEHNOLOGIE

1.1. Știința și Tehnologia. Delimitări conceptuale

Organizația NGSS integrează știința, natura științei, ingineria, matematica și limbajul științific în documentele sale (2013, 2016).

1.1.1. Știința

Știința reprezintă forma modernă a filosofiei naturale și are ca obiect de studiu natura, societatea și procesele gândirii. Deși experimentul este o caracteristică importantă a științei, cunoașterea științifică se construiește și prin observație, inducție și experimente mintale.

Literatura de specialitate definește știința ca proces, strategie de studiu, sistem de cunoștințe, disciplină sau domeniu de cercetare (Aikenhead, 2006; Britain's Science Council, 2009; Einstein & Infeld, 1938; Grayling, 2009; Schaferman, 1997). Știința investighează fenomene, procese, mecanisme și relații cauzale și include paradigme, ipoteze, principii, legi, modele și teorii.

Potrivit lui Ziman (1980), știința reprezintă o sursă validă de cunoaștere. În completarea acestei perspective, Novikov și Novikov (2013) evidențiază trei dimensiuni fundamentale ale științei: aceasta poate fi înțeleasă ca instituție socială, ca rezultat concretizat în cunoașterea științifică și ca proces, reflectat prin activitatea de cercetare și producere a cunoștințelor.

Știința este definită drept „cunoașterea sistematică a naturii” (Aikenhead, 2006, p. 7), extinzându-se și asupra domeniului social (Britain's Science Council, 2009; Grayling, 2009). Ea utilizează observația, experimentul, modelarea și formularea de întrebări pentru a produce dovezi și explicații despre realitate.

Schaferman (1997) consideră știința o metodă de descoperire a unor cunoștințe fiabile despre natură, iar Erduran și Dagher (2014, p. 2) subliniază că înțelegerea științei presupune și înțelegerea modului în care construim această cunoaștere.

Rolul principal al științei este formularea de explicații și predicții verificabile. Rezultatul îl constituie un sistem de cunoștințe despre realitatea obiectivă și subiectivă, acceptat de comunitatea științifică. Astfel, știința este mai mult decât o colecție de fapte, fiind o creație a minții umane (Einstein & Infeld, 1938).

Studiul științei contribuie la înțelegerea valorii sale culturale, a dezvoltării cunoașterii și a proceselor gândirii științifice (Klahr, 2000). Omul de știință este expertul care formulează și

testează ipoteze, colectează dovezi și contribuie la dezvoltarea cunoașterii în cadrul comunității științifice.

1.1.2. Tehnologia

Termenii „tehnologie” și „inginerie” provin din tradițiile greacă și latină și sunt legați de cunoașterea practică (Meijers, 2009). De Vries (2018, p. 2) definește tehnologia ca dezvoltarea și utilizarea varietății de artefacte și sisteme existente în societate. Importanța tehnologiei în viața modernă a determinat promovarea conceptului de „alfabetizare tehnologică”. Bunge (citat de Pârvu, 1984, p. 145) definește tehnologia ca un corp de cunoștințe compatibil cu știința, utilizat pentru controlul, transformarea sau crearea de procese și obiecte cu scop practic. Tehnologia are însă și o importantă componentă creativă.

Diferențele dintre științele naturii și tehnologie se evidențiază atât prin obiectul de studiu, cât și prin criteriile utilizate pentru evaluarea rezultatelor. Astfel, în timp ce științele naturii au ca obiect de cercetare universul și fenomenele naturale, tehnologia se concentrează asupra artefactelor și sistemelor create de om. De asemenea, validitatea explicațiilor și teoriilor constituie principalul criteriu de evaluare în știință, în timp ce în tehnologie accentul este pus pe utilitatea și eficiența practică a soluțiilor dezvoltate (de Vries, 2018).

În ceea ce privește înțelegerea conceptului de tehnologie, Mitcham (1994, apud de Vries, 2018) identifică patru perspective complementare. Tehnologia poate fi privită ca un ansamblu de artefacte și sisteme create de oameni, ca obiect de studiu și analiză, ca proces de proiectare, producere și realizare a unor soluții tehnice, dar și ca valoare socială și umană, având implicații semnificative asupra dezvoltării societății și a calității vieții.

Atât știința, cât și tehnologia utilizează raționamentul cauzal, însă în știință predomină raționamentul ipotetico-deductiv.

1.2. Cunoașterea științifică și tehnologică

Cunoașterea științifică și tehnologică se bazează pe cunoștințele anterioare și evoluează continuu (Ziman, 1980; Williams, 2011). Conceptele, teoriile și procedurile sunt permanent rafinate și dezvoltate (Novikov & Novikov, 2013).

În domeniul tehnologiei, această evoluție este evidentă prin înlocuirea continuă a instrumentelor și proceselor, precum trecerea de la balanța mecanică la cântarul electronic.

1.2.1. Aspecte epistemologice

Enăchescu (2005, p. 47) definește știința ca totalitatea organizată a datelor de cunoaștere despre realitate.

Pentru ca un domeniu să fie considerat știință, acesta trebuie să dețină (Enăchescu, 2005) un obiect propriu de studiu, de o metodologie și un limbaj specific, să urmărească atât scopuri teoretice, cât și utilitate practică, să dezvolte relații interdisciplinare și să prezinte o organizare logică a cunoștințelor. De asemenea, acesta trebuie să se bazeze pe principii și legi proprii, să aibă aplicabilitate practică, să ofere un model teoretic al obiectului studiat și să manifeste deschidere către progres și dezvoltare continuă.

La aceste caracteristici, Iliescu (2013) adaugă cinci criterii fundamentale care susțin caracterul științific al unui domeniu: existența unei terminologii clare și riguros definite, posibilitatea cuantificării fenomenelor studiate, controlul experimental al condițiilor de cercetare, reproductibilitatea rezultatelor obținute și capacitatea de a formula predicții verificabile și testabile empiric. Aceste criterii contribuie la asigurarea rigurozității și validității cunoașterii științifice.

Pârvu (1998) și Hirghiduș (2001) explică trecerea de la monodisciplinaritate la interdisciplinaritate prin complexitatea obiectelor studiate și prin tendința de integrare a disciplinelor. Matematica contribuie semnificativ la dezvoltarea epistemologiei prin furnizarea de modele de gândire structurală, statistică și interdisciplinară (Pârvu, 1998).

1.2.2. Cunoașterea științifică

Cunoașterea științifică are o structură ierarhică (Ziman, 1980). OECD identifică următoarele categorii:

(i) *Cunoașterea epistemică*

Vizează înțelegerea modului în care gândesc și lucrează oamenii de știință și diferențierea dintre observații, fapte, ipoteze, modele și teorii.

(ii) *Cunoștințele disciplinare*

Cuprind conceptele fundamentale și limbajul specific disciplinei.

Cunoștințele declarative reprezintă ansamblul informațiilor și al structurilor cognitive prin care sunt descrise și explicate obiectele, fenomenele și procesele din realitate. Acestea includ faptele științifice, care constituie descrieri ale realității rezultate din observații și experimente, precum și conceptele, definite ca reprezentări mentale abstracte ale obiectelor și fenomenelor (Ciascai, 2001; Zlate, 1999). Tot în categoria cunoștințelor declarative se înscriu

prototipurile și exemplarele tipice, care funcționează ca forme de reprezentare ale unei categorii și facilitează procesul de clasificare și înțelegere a informațiilor (Miclea, 1994; Ciascai, 2001).

De asemenea, cunoștințele declarative includ rețelele conceptuale, alcătuite din concepte interconectate care permit organizarea și integrarea cunoștințelor într-un sistem coerent (Astolfi și Develay, 1989, în Ciascai, 2001). Un rol important îl au și reprezentările, înțelese ca percepții prelucrate și reorganizate cognitiv, care contribuie la formarea și utilizarea cunoștințelor (Zlate, 2006). În plus, limbajul științific reprezintă un instrument esențial de cunoaștere, comunicare și conceptualizare a realității, facilitând exprimarea riguroasă a ideilor și rezultatelor științifice (Enăchescu, 2005).

Enunțurile științifice constituie o altă componentă fundamentală a cunoașterii științifice. Acestea includ principiile, care exprimă generalizări fundamentale referitoare la fenomene și procese (Ciascai, 2007), precum și legile științifice, care descriu regularitățile observate în natură și în alte domenii ale realității (Walker, 2015). De asemenea, ipotezele reprezintă explicații provizorii formulate pentru interpretarea unor fenomene și care pot fi testate prin cercetare și experimentare (Walker, 2015; Ciascai, 2001).

La un nivel superior de organizare a cunoașterii se situează teoriile științifice, care reunesc într-un sistem coerent concepte, principii, legi și ipoteze, oferind explicații și predicții referitoare la fenomenele studiate. Prin capacitatea lor de a integra și interpreta datele empirice, teoriile contribuie la dezvoltarea și consolidarea cunoașterii științifice (Novikov și Novikov, 2013; Enăchescu, 2005).

Teoriile sunt supuse permanent rafinării și revizuirii (Hutten, 1970; Higgins, 2004; Williams, 2011).

(iii) *Cunoștințe interdisciplinare*

Rezultă din relaționarea conceptelor și conținuturilor din mai multe discipline.

(iv) *Cunoașterea procedurală* include: observarea; clasificarea; măsurarea; comunicarea; formularea concluziilor și predicțiilor; formularea ipotezelor; controlul variabilelor; experimentarea; modelarea; interpretarea datelor (Ciascai, 2007; Marzano, 2007, 2009; OECD, 2019; Walker, 2015).

Atitudinile științifice esențiale sunt: curiozitatea, scepticismul, obiectivitatea, cooperarea și acceptarea limitelor cunoașterii (Ciascai, 2001).

Competențele rezultate includ: explicarea fenomenelor; proiectarea investigațiilor; interpretarea datelor și dovezilor.

OECD (2019) și UNESCO promovează și cunoașterea transdisciplinară, organizată în jurul problemelor reale ale lumii contemporane.

1.2.3. Cunoașterea în domeniul tehnologiei

Matthew (2006) subliniază că știința urmărește înțelegerea lumii, iar tehnologia urmărește aplicarea practică a cunoașterii.

Pârvu (1998), citându-l pe Kupers, arată că tehnologia nu reprezintă doar aplicarea științei, deoarece utilizează criterii proprii de selecție și evaluare a soluțiilor.

Tehnologul trebuie să dețină (Grubbs, Strimel & Huffman, 2018): cunoștințe tehnologice; abilități de gândire; competențe profesionale; valori și atitudini.

Abilitățile tehnologului includ: identificarea și rezolvarea problemelor; proiectarea produselor; utilizarea instrumentelor și materialelor; experimentarea; modelarea și realizarea prototipurilor; managementul proiectelor; lucrul în echipe multidisciplinare.

Sunt esențiale și cunoștințele privind relația tehnologie-societate, impactul asupra mediului și responsabilitatea etică (ITEA, 2007).

1.3. Gândirea și procesele cunoașterii științifice și tehnice

Procesele cunoașterii, spre exemplu științifice sau tehnice, au la bază gândirea critică. Practicarea lor dezvoltă abilitățile de gândire, în general și abilitățile de gândire critică, în particular, ale celui care se instruieste.

Gândirea critică - fundament al gândirii științifice și tehnice

Gândirea critică este considerată baza gândirii științifice (Paul & Elder, 2018; Schafersman, 1997). Ea presupune: identificarea asumțiilor; identificarea dovezilor; verificarea validității acestora; analiza alternativelor; luarea deciziilor.

Cottrell (2005) enumeră abilități precum: evaluarea argumentelor; identificarea presupunerilor eronate; reflecția logică; formularea concluziilor; sintetizarea informațiilor; argumentarea pozițiilor proprii.

Valorile promovate de gândirea critică sunt: claritatea, acuratețea, relevanța, consistența, profunzimea și corectitudinea (Sen, 2010).

Avantajele includ: analize mai sofisticate; identificarea relevanței informațiilor; dezvoltarea flexibilității cognitive; formularea unor concluzii mai raționale (Osborne et al., 1996; Sen, 2010).

1.3.1. Gândirea științifică și tehnică

Gândirea științifică este strâns legată de metoda științifică și poate fi practică de orice persoană instruită în utilizarea acesteia. Paul și Elder (2018) identifică standardele intelectuale

ale gândirii științifice: claritate, acuratețe, relevanță, logică, precizie, profunzime, semnificație, corectitudine. Un bun gânditor științific: formulează întrebări relevante; colectează și interpretează date; formulează concluzii argumentate; evaluează ipoteze și consecințe; comunică eficient rezultatele (Paul & Elder, 2018).

1.3.2. Procesul cunoașterii științifice

Pera, arată Maggnuson, Sullivan Palincsar & Templin, (2004), referindu-se la opiniile asupra cunoașterii științifice formulate de Descartes (1628) privește procesul cunoașterii științifice ca „un joc cu doi jucători; omul de știință interesant care pune întrebări și natura care oferă răspunsurile”, cunoașterea științifică obținută fiind „vocea naturii”.

Potrivit lui Ciascai (2018), procesul cunoașterii științifice se desfășoară, de regulă, în mod etapizat și începe prin confruntarea cu o întrebare sau o problemă identificată în viața cotidiană, în lecturi sau în alte contexte de învățare. Urmează etapa de observare și colectare a datelor, care poate avea ca obiect corpuri vii sau nevii, fapte, procese ori fenomene, datele obținute fiind de natură calitativă sau cantitativă. Informațiile colectate sunt apoi analizate și prelucrate pentru identificarea unor regularități și tipare, ceea ce permite elaborarea unui model explicativ al fenomenului sau procesului studiat.

Pe baza acestor analize sunt formulate ipoteze și predicții, precum și modele explicative provizorii. Ipoteza reprezintă un răspuns anticipat la problema investigată, iar predicția indică o posibilă evoluție sau manifestare a fenomenului analizat. Etapa următoare constă în testarea ipotezelor și a modelelor prin observații, experimente, demonstrații matematice sau alte metode de cercetare, uneori utilizând strategia încercării și erorii. În acest proces, controlul variabilelor este esențial pentru asigurarea validității rezultatelor obținute.

În funcție de rezultatele testării, ipotezele pot fi confirmate sau respinse. Confirmarea unei ipoteze necesită repetarea experimentelor pentru creșterea gradului de certitudine, în timp ce respingerea acesteia impune reformularea ipotezei și reluarea investigației. O etapă indispensabilă a cercetării științifice este comunicarea rezultatelor către comunitatea științifică, ceea ce permite verificarea și reproducerea studiilor de către alți cercetători. În final, pe baza concluziilor formulate, modelul explicativ al fenomenului sau procesului poate fi modificat, dezvoltat sau invalidat, contribuind astfel la progresul și consolidarea cunoașterii științifice.

Există mai multe modele grafice ale procesului cunoașterii științifice, unele dintre acestea fiind preponderent liniare iar altele ciclice. În studiul de față ne vom referi la un model liniar, modelul inductiv (Figura 1.1).

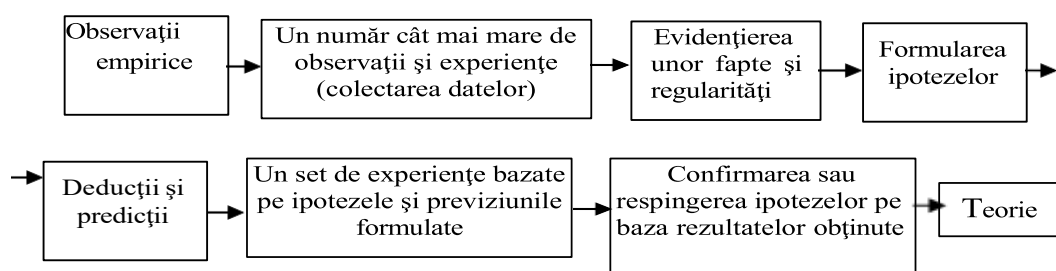


Figura 1.1. Perspectiva inductivistă asupra procesului cunoașterii științifice (Ciascai, 1999, p. 40)

Ciascai (2018) critică modelul liniar inductivist deoarece relațiile dintre observații, ipoteze și teorii nu sunt strict lineare. Sursa citată mai sus critică și relația dintre faptele obținute prin observație sau experiment și modele/tiparele de desfășurare confirmate, respectiv teoria (Figura 1.2).

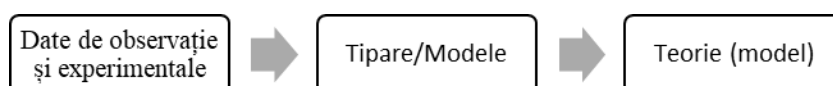


Figura 1.2. Modelul inductivist al procesului cunoașterii științifice

Modelul evidențiază trecerea de la observații și fapte către formularea teoriilor, însă nu surprinde complexitatea procesului real.

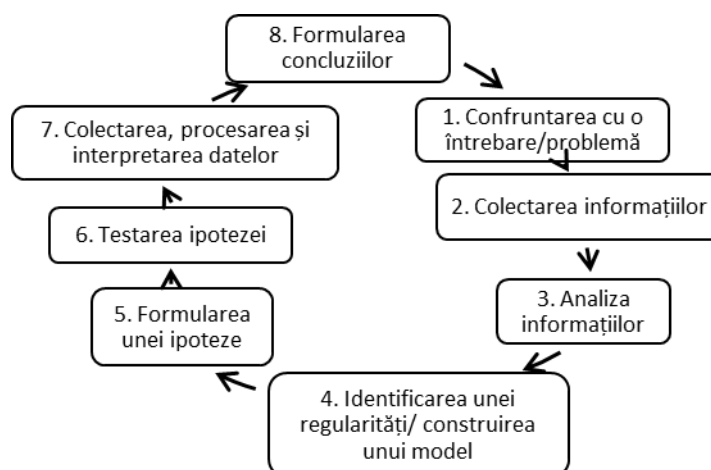


Figura 1.3. Modelul ciclic al procesului cunoașterii științifice

Ciascai (2018) propune un model ciclic în care observația, documentarea, formularea ipotezelor, experimentarea și interpretarea rezultatelor se influențează reciproc și permit reluarea etapelor atunci când rezultatele nu confirmă ipotezele.

1.3.3. Procesul tehnologic

Procesul tehnologic presupune utilizarea atât a gândirii tehnice, cât și a gândirii critice în vederea identificării și soluționării problemelor practice. Potrivit lui Kuziev (2019), gândirea tehnică este alcătuită din trei componente fundamentale: componenta conceptuală, care facilitează înțelegerea și organizarea ideilor; componenta figurativă, care permite reprezentarea mentală și vizualizarea soluțiilor; și componenta practică, orientată spre aplicarea concretă a cunoștințelor în realizarea unor produse sau sisteme.

Procesul tehnologic se desfășoară în două etape majore: proiectarea, respectiv implementarea și evaluarea. Etapa de proiectare începe cu identificarea problemei și continuă cu investigarea acesteia și stabilirea criteriilor care trebuie îndeplinite de soluția propusă. Ulterior sunt generate mai multe variante de soluționare, dintre care este selectată soluția optimă. Aceasta este materializată prin realizarea unui model sau prototip, care este supus testării. Rezultatele obținute sunt evaluate și analizate critic, iar atunci când este necesar se realizează revizuri și retestări succesive pentru optimizarea produsului. Procesul de proiectare se încheie cu prezentarea soluției finale.

A doua etapă, implementarea și evaluarea, vizează aplicarea efectivă a soluției dezvoltate și aprecierea gradului în care aceasta răspunde cerințelor și obiectivelor stabilite inițial. Prin acest proces iterativ de proiectare, implementare și evaluare, sunt asigurate funcționalitatea, eficiența și utilitatea produselor sau sistemelor tehnologice realizate.

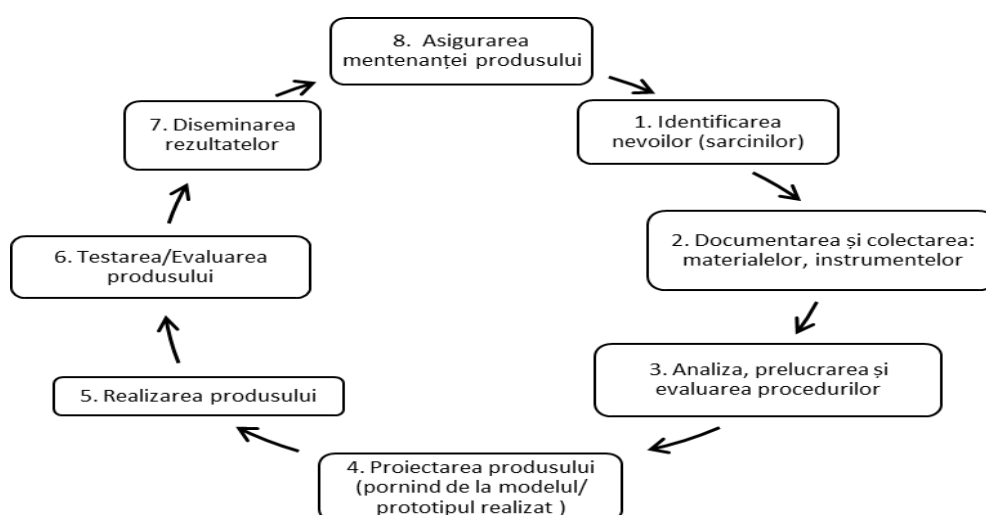


Figura 1.4. Ciclul procesului tehnologic de realizare a unui produs

În prima etapă tehnologul se confruntă cu sarcina de realizat care răspunde unei nevoi pe

care trebuie să o înțeleagă/clarifice. Odată înțeleasă problema sau sarcina acesta trebuie să colecteze informațiile necesare. Munca sa este facilitată dacă produsul tehnologic reprezintă o componentă a unui ansamblu proiectat de către un inginer. În caz contrar, rămâne în sarcina tehnologului să proceseze informațiile colectate și să realizeze, dacă e cazul, un prototip al produsului sau direct produsul. Ambele, prototipul și produsul, sunt supuse evaluării pentru a se aprecia dacă acestea răspund cerințelor, pentru a testa dacă funcționează bine și dacă designul poate fi corectat sau îmbunătățit.

CAPITOLUL 2. ÎNVĂȚAREA ȘTIINȚEI ȘI TEHNOLOGIEI PRIN INVESTIGAȚIE

2.1. Inquiry/Ancheta. Precizarea conceptului

Inquiry și enquiry sunt doi termeni adesea confundați în limba engleză. Ambele fac trimitere la investigație. În engleza americană inquiry este un substantiv și înseamnă interogație. În engleza britanică inquiry desemnează o investigație oficială, de tipul celor efectuate de guvern, poliție, oameni de știință etc. Termenul enquiry are același sens, dar este rezervat investigațiilor mai puțin formale (Dicționarul Oxford, citat de Kidman & Casinader, 2017).

2.1.1. Delimitări conceptuale

Inquiry și cercetarea sunt concepte strâns legate, având în comun obiectivul de a contribui la dezvoltarea cunoașterii, însă acestea se diferențiază prin accentul pus asupra procesului și a rezultatelor. Inquiry se concentrează în principal pe explorarea, investigarea și examinarea cunoștințelor ca răspuns la întrebări sau situații problematice, stimulând curiozitatea, reflecția și descoperirea. În schimb, cercetarea este orientată spre validarea afirmațiilor, verificarea ipotezelor și demonstrarea unor adevăruri prin colectarea, analiza și prelucrarea sistematică a informațiilor. Astfel, dacă inquiry pune accent pe procesul de investigare și înțelegere, cercetarea urmărește obținerea unor concluzii fundamentate științific și a unor rezultate verificabile.

Hammerman (2006, p. XXIII) definește inquiry drept „un proces de adresare de întrebări într-un context de mirare, investigație și modelarea unor posibile concluzii”. Inquiry/ancheta se diferențiază și de descoperire: inquiry este un proces structurat și ghidat de profesor, bazat pe colaborare și interacțiune socială, în timp ce descoperirea este mai puțin structurată, exploratorie și bazată pe încercare și eroare (Aulls & Shore, 2008; Hmelo-Silver și colab., 2007; Mayer, 2004 citați de Saunders-Stewart, Gyles & Shore, 2012). Astfel, inquiry se diferențiază și de experiment (Walker, 2015). Experimentul în școală urmărește de regulă verificarea unei ipoteze și are un rezultat previzibil. Profesorul stabilește cadrul și procedurile, iar posibilitățile de decizie ale elevilor sunt limitate. În schimb, inquiry presupune formularea și investigarea unor întrebări autentice, în care procesul de explorare și luarea deciziilor sunt esențiale (Walker, 2015).

Conceptul este compatibil cu perspectiva constructivistă și cu teoriile lui Piaget, conform cărora cunoștințele sunt construite activ de către elev și nu doar transmise de profesor. Inquiry facilitează construirea conceptelor prin experiență directă și interacțiune verbală (Tamir, 1985).

Autorul consideră că traducerea termenului *inquiry* prin „anchetă” este improprie în limba română și propune utilizarea expresiei investigație bazată pe întrebări, respectiv simplificat, investigație.

2.1.2. Inquiry. Istoric și evoluții

Inquiry/ancheta este un termen folosit în educație (adresare de întrebări) și în viață (mă întreb ...). Conceptul face referire la două contexte: (a) a căuta informații sau explicații prin adresarea de întrebări (Harlem, 2013 citat de Gholam, 2019) și (b) a ști să te angajezi într-o anchetă/demers bazat pe interogație. Poon & Lim (2014) atribuie conceptul și utilizarea acestuia lui Dewey, citând în acest sens lucrarea intitulată „Știința ca disciplină de studiu și ca metodă”, apărută în 1909. Dewey promovează ideea că învățarea științei trebuie să reproducă modul autentic în care este construită cunoașterea științifică. La baza acestei perspective se află schimbările produse în secolele XVI-XVII, când observația și experimentul au înlocuit explicațiile exclusiv speculative. Hooke (1665, citat de Magnusson, Sullivan & Templin, 2004, p. 132) afirma că: „Știința naturii a fost deja de prea mult timp făcută doar de creier și fantezie: acum este timpul să se întoarcă la claritatea și soliditatea observațiilor asupra materialelor și lucrurilor evidente”.

Inquiry presupune „interogarea” naturii prin: observații controlate; explorări; experimente și investigații.

Potrivit lui Hammerman (2006), profesorii care utilizează eficient această abordare pedagogică dispun de cunoștințe aprofundate în domeniul de specialitate și de competențe pedagogice bine dezvoltate, care le permit să organizeze și să gestioneze în mod adecvat procesul de învățare. De asemenea, aceștia înțeleg dificultățile și obstacolele pe care elevii le pot întâmpina în procesul de învățare și urmăresc în mod constant dezvoltarea unei înțelegeri autentice și durabile a conținuturilor studiate. Un alt aspect esențial îl reprezintă capacitatea de a crea contexte favorabile reflecției și metacogniției, stimulând elevii să își analizeze propriile procese de gândire, să își monitorizeze învățarea și să își dezvolte autonomia intelectuală.

Addelin & Catarina (2018) identifică și alte trăsături ale demersului IBL (adaptare): acordă importanță egală procesului și conținutului; stimulează permanent curiozitatea; valorifică întrebările elevilor; promovează negocierea și colaborarea profesor-elev; conectează

noile cunoștințe cu experiențele anterioare; favorizează colaborarea și învățarea în contexte autentice; susține reflecția și metacogniția; utilizează evaluarea formativă și autoevaluarea; încurajează formularea de noi întrebări.

2.1.3. Cultura inquiry

Hammerman (2006) introduce conceptul de învățare bazată pe inquiry a științei/la științe pentru a face apoi tranziția spre clasele care utilizează inquiry. Llevellyn (2011, p. 1) extinde sfera conceptului de învățare bazată pe inquiry de la clasă la cultura clasei: „classroom culture of inquiry”.

Alberta Learning (2004, p. 2) definește componentele culturii inquiry, extinsă la nivelul școlii: viziunea; promotorii (profesorii implicați); resursele necesare; colaborarea profesorilor la dezvoltarea materialelor de lucru necesare; dezvoltarea strategiilor bazate pe rezolvarea de probleme care vor fi favorizate într-un mediu inquiry; predarea în echipă; implicarea administratorilor pentru a asigura cadrul și resursele activităților inquiry.

2.2. Învățarea bazată pe inquiry

2.2.1. Definirea conceptului de învățare bazată pe inquiry (IBL)

IBL este o practică de instruire în care cei care învață se află în centrul experienței de învățare, își proiectează demersul de învățare și și-l asumă responsabil (învățare autodirijată, după Smith & Walker, 2010 și Bell, Smetana și Binns, 2005 citați de Gholam, 2019). De asemenea, construiesc și atribuie semnificație cunoștințelor (Caswell & LaBrie, 2017). În acest context elevii își dezvoltă un sumum de abilități, de la abilități de formulare de întrebări și răspunsuri la întrebări, la abilități de argumentare, de sintetizare, critice și de investigare, de rezolvare de probleme și de colaborare și comunicare (Maxwell, Lambeth și Cox, 2015 citați de Gholam, 2019). Saunders-Stewart, Gyles și Shore (2012) iau în considerare numeroasele forme de IBL și menționează că acesta include analiza, rezolvarea problemelor, descoperirea și gândirea creativă.

NRC (1996), Naish et al. (1987) și van Drie și van Boxtel (2007) descrie demersul inquiry (Kidman, & Casinader, 2017, p. 5) prin 9 etape: (1) realizarea de observații; (2) punerea întrebărilor; (3) documentarea din cărți și alte surse de informații pentru a vedea ceea ce este deja cunoscut; (4) planificarea investigațiilor; (5) revizuirea a ceea ce este deja cunoscut în lumina dovezilor experimentale; (6) utilizarea instrumentelor pentru a culege, analiza și interpreta date; (7) propunerea de răspunsuri, explicații și predicții; (8) comunicarea

rezultatelor și (9) evaluare personală și răspuns. În opinia noastră acest demers trebuie jalonat de succesiunea răspunsurilor formulate, revizuite, clarificate și comunicate (marcate cu italic în lista de activități a autorilor citați). De asemenea, propunem inversarea etapelor 5 și 6 și centrarea etapei 9 pe evaluare de proces și autoevaluare. În viziunea noastră demersul inquiry constă în parcurgerea următoarelor etape:

1. Inițierea unei investigații: ridicarea unor întrebări, realizarea de observații, reamintirea unor fapte din experiența personală etc.

2. Prefigurarea unor răspunsuri (anticiparea răspunsurilor posibile și selectarea unora în baza unor criterii/cerințe prestabilite).

3. Documentare: (i) din manuale, enciclopedii, volume din alte surse de informații pentru a afla ce se știe la momentul respectiv cu referire la observațiile și întrebările formulate; (ii) din repetarea observațiilor sau (iii) din noi observații; Documentarea se finalizează prin colectarea de informații considerate ca fiind necesare clarificării întrebărilor și formulării unor explicații.

4. Analiza, organizarea și sortarea informațiilor pentru rafinarea și clarificarea întrebărilor și răspunsurilor/explicațiilor în baza unor criterii/cerințe prestabilite și pentru proiectarea unei/unor investigații (vezi etapa 5).

5. Proiectarea investigațiilor (în majoritatea lor observații orientate și experimente) bazate pe cunoștințele și răspunsurile cu care se finalizează etapa de documentare.

6. Utilizarea instrumentelor pentru a culege date și analiza și interpretarea datelor.

7. Revizuirea a ceea ce este deja cunoscut în lumina datelor/dovezilor obținute din observații și experimente.

8. Sintetizarea cunoștințelor și elaborarea de răspunsuri, explicații și predicții.

9. Comunicarea rezultatelor și/sau aplicarea cunoștințelor obținute în situații noi sau diferite.

10. Evaluarea de proces și rezultate și autoevaluarea muncii.

11. Reflecția asupra învățării.

Integrarea abordării bazate pe inquiry (anchetă/investigație) în procesul de învățare se fundamentează pe o serie de principii care plasează elevul în centrul activității educaționale. În acest context, profesorii, resursele și tehnologia sunt organizate astfel încât să sprijine și să faciliteze demersul de învățare al elevilor. Activitățile propuse stimulează reflecția, gândirea critică și utilizarea abilităților de procesare a informațiilor, încurajând elevii să analizeze, să interpreteze și să valorifice datele în mod activ. Totodată, elevii sunt implicați direct în realizarea sarcinilor de lucru și colaborează cu colegii pentru construirea și aprofundarea cunoștințelor.

Evaluarea, în cadrul acestei abordări, se concentrează nu doar asupra rezultatelor finale, ci și asupra capacității elevilor de a procesa informații și date, precum și asupra nivelului lor de înțelegere conceptuală. Cunoștințele și competențele dezvoltate depășesc adesea limitele unei singure discipline, având un caracter interdisciplinar și transdisciplinar. De asemenea, profesorii urmăresc să înțeleagă cât mai bine modul în care elevii gândesc și prelucrează informațiile, utilizând aceste informații pentru adaptarea strategiilor didactice. În același timp, aceștia sunt preocupați de propria dezvoltare profesională, perfecționându-și continuu competențele necesare proiectării și implementării unui proces de învățare bazat pe investigație.

2.2.2. Tipologia și ierarhia activităților IBL

Schwab (1962, citat în Walker, 2015) propune trei niveluri de inquiry, diferențiate prin cine formulează problema, stabilește metoda și interpretează rezultatele.

Ulterior, Heron și Schwab (1971) dezvoltă un model cu șase niveluri: adresarea de întrebări, proiectarea, implementarea proiectului, analiza datelor, formularea explicațiilor și concluziilor, raportarea, aplicarea cunoștințelor.

Llevellyn (2011) introduce doar patru nivele ale inquiry: nivelul demonstrativ, nivelul structurat, nivelul ghidat și nivelul inițierii și gestiunii de către elev a învățării bazate pe inquiry/anchetă.

Rolul profesorului în cadrul diferitelor tipuri de inquiry variază în funcție de gradul de autonomie acordat elevilor și de natura activităților de învățare. Astfel, în cadrul anchetelor demonstrative, profesorul are rolul de a prezenta și explica cunoștințele, oferind un model clar de înțelegere a conținuturilor. În activitățile de tip inquiry structurat, acesta devine un antrenor care sprijină elevii în înțelegerea procedurilor și în realizarea sarcinilor de lucru. În cazul activităților de tip inquiry ghidat, profesorul acționează ca facilitator, orientând elevii în procesul de rezolvare a problemelor și susținând dezvoltarea gândirii autonome. În cele din urmă, în cadrul activităților inițiate și gestionate de elevi, profesorul îndeplinește rolul de mentor, oferind sprijin în descoperirea răspunsurilor și soluțiilor la întrebări și probleme complexe (ibid.).

2.2.3. Strategii utilizate în învățarea bazată pe anchetă

Strategiile de învățare promovate în învățarea bazată pe inquiry/anchetă includ, cel mai frecvent: chestionarea respectiv conversația euristică, problematizarea, rezolvarea de probleme, explorarea, experimentul, învățarea bazată pe proiect, învățarea în afara clasei

(natură, muzeu, diverse instituții); învățarea inversată. Munca în grup, ca și context al învățării, facilitează elevilor schimbul de idei, argumentarea ideilor, selecția soluțiilor.

2.2.4. Evaluarea în activitățile de învățare bazate pe inquiry

Evaluarea este prezentă în toate etapele investigației și urmărește atât procesul, cât și rezultatul final. Sunt evidențiate trei dimensiuni: evaluarea pentru învățare; evaluarea ca învățare; evaluarea învățării.

Metodele recomandate includ: observația; conversația euristică; proiectul; portofoliul; autoevaluarea; reflecția. Evaluarea are un rol formativ și contribuie la reglarea permanentă a procesului de învățare.

2.3. Modele ale învățării științei și tehnologiei bazate pe investigație

Subcapitolul prezintă principalele modele pedagogice utilizate în educația bazată pe investigație. Sunt analizate: modelul 5E (Bybee, 2009); modelul 7E (Eisenkraft, 2003); modelul MORE (Tien, Rickey & Stacy, 1999); modelul POE (Champagne, Klopfer & Anderson, 1980); modelul Magnusson, Palincsar și Templin (2006); modelul Walker (2015); modelul Prince și Felder (2006); modelul Kuhlthau, Maniotes și Caspari (2012).

Modelul 5E este alcătuit din cinci etape: Angajare (Engage); Explorare (Explore); Explicare (Explain); Elaborare (Elaborate); Evaluare (Evaluate). Acesta este considerat unul dintre cele mai utilizate modele de implementare a investigației în educația științifică.

Kuhlthau, Maniotes & Caspari (2012) identifică următoarele etape cu referire la procesul proiectării inquiry/anchetei ghidate de profesor:

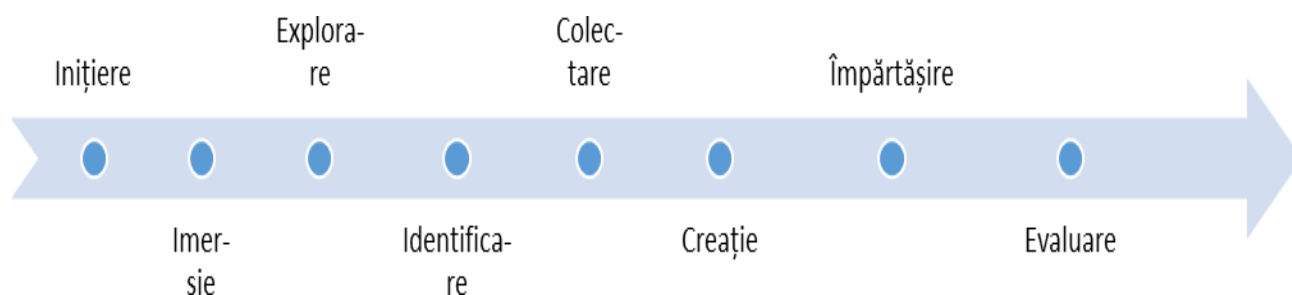


Figura 2.2. Procesul proiectării Inquiry/anchetei ghidate

Modelul pune accent pe construirea progresivă a întrebărilor și pe dezvoltarea autonomiei elevului.

2.4. Beneficiile și provocările utilizării investigației

Potrivit lui Pickford și colaboratorii (2013), învățarea prin investigație stimulează dezvoltarea competențelor de nivel superior din taxonomia Bloom: analiză, sinteză, evaluare și gândire critică.

Llevellyn (2011) evidențiază avantajele și limitările fiecărui tip de inquiry:

Inquiry demonstrativă permite modelarea gândirii profesorului; control ridicat al activității; siguranță crescută. Un dezavantaj îl reprezintă faptul că profesorul lucrează în ritm propriu, și pentru unii elevi demonstrațiile sale sunt dificil de urmărit.

Inquiry structurată presupune dezvoltarea graduală a competențelor de investigare; eficiență organizatorică. Un dezavantaj îl reprezintă dependența de profesor, care se cultivă prin acest mod de organizare a inquiry.

Inquiry ghidată permite dezvoltarea autonomiei; exersarea proceselor specifice cercetării; dezvoltarea creativității și reflecției. Tatonările implicate în realizarea demersului consumă timp, ceea ce poate constitui un dezavantaj, dar implicarea profesorului în ghidarea activității elevilor poate reduce consumul de timp.

Activitățile inițiate și conduse de elevi prezintă avantajul că lasă la latitudinea elevilor toate demersurile pe care le presupune activitatea Inquiry/Ancheta. Autorul concluzionează că implementarea activităților inquiry trebuie realizată progresiv, începând cu activități demonstrative și structurate și continuând cu activități ghidate și deschise, pe măsură ce elevii dezvoltă competențele necesare investigării autonome. Un dezavantaj îl reprezintă consumul mare de timp care poate apărea uneori datorită dificultății problemei abordate. Autorul concluzionează că implementarea activităților inquiry trebuie realizată progresiv, începând cu activități demonstrative și structurate și continuând cu activități ghidate și deschise, pe măsură ce elevii dezvoltă competențele necesare investigării autonome.

CAPITOLUL 3. ÎNVĂȚAREA BAZATĂ PE INVESTIGAȚIE GHIDATĂ DE PROFESOR A ȘTIINȚEI ȘI TEHNOLOGIEI ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PRIMAR (IB S&T L)

Studiul Științei și Tehnologiei în ciclul primar trebuie adaptat nivelului de dezvoltare cognitivă și experiențială al elevilor. Potrivit lui Kidman și Casinader (2017), care valorifică perspectivele formulate de NRC (2000) și Roberts (2013), educația științifică și tehnologică are în vedere trei obiective fundamentale. În primul rând, aceasta urmărește dezvoltarea cunoștințelor despre activitatea oamenilor de știință, a tehnologilor și a inginerilor, precum și înțelegerea naturii științei (NOS) și a naturii tehnologiei/ingineriei (NOT/I). În al doilea rând, vizează înțelegerea investigației ca proces atât teoretic, cât și practic de construire a cunoașterii. În al treilea rând, educația științifică și tehnologică urmărește însușirea cunoștințelor științifice și tehnologice necesare pentru interpretarea și explicarea lumii înconjurătoare.

Aceste obiective evidențiază importanța învățării active și a implicării elevilor în procese autentice de explorare și descoperire.

3.1. Studiul științei în școala primară

În literatura de specialitate, procesul investigativ specific științei este cunoscut sub denumirea de metodă științifică. Staddon (2018) o consideră modalitatea prin care sunt descoperite și evaluate ideile științifice, iar Shermer (1995) o definește drept ansamblul regulilor prin care oamenii încearcă să înțeleagă lumea.

În învățământul primar, metoda științifică poate fi fundamentată pe trei tipuri principale de raționament, fiecare având un rol distinct în formarea gândirii științifice. Raționamentul inductiv presupune formularea unei ipoteze pe baza observațiilor, urmată de colectarea și analiza datelor, care conduc la confirmarea acesteia prin dovezi empirice. Raționamentul deductiv implică pornirea de la observații și explorări, continuarea cu colectarea și interpretarea datelor, identificarea unor regularități și, în final, formularea unei ipoteze sau a unei teorii explicative. Raționamentul ipotetico-deductiv, considerat modelul cel mai frecvent utilizat în învățământul primar și baza metodei științifice descrise de Hackett et al. (2008) și Ciascai (2001), îmbină formularea ipotezelor cu testarea lor sistematică prin deducerea unor consecințe verificabile și validarea acestora prin investigație empirică.

Metoda științifică bazată pe raționamentul ipotetico-deductiv cuprinde următoarele

etape: formularea de observații și întrebări; formularea ipotezelor; identificarea variabilelor; proiectarea experimentului; realizarea experimentului; colectarea datelor și a constatărilor; formularea concluziilor și explicațiilor; reformularea ipotezei atunci când rezultatele nu o susțin.

Profesorul are un rol esențial în ghidarea procesului, în special în sprijinirea formulării ipotezelor și în organizarea activităților experimentale.

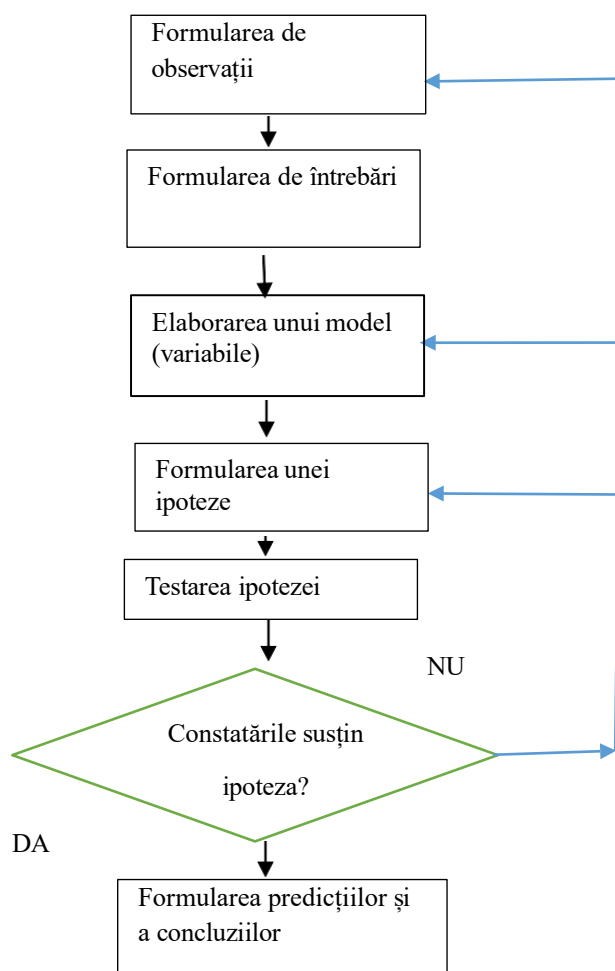


Figura 3.1. Metoda științifică în ciclul primar (demersul ipotetico-deductiv)

Figura ilustrează caracterul ciclic al investigației științifice și evidențiază relația dintre observații, ipoteze, experiment și concluzii.

Potrivit lui Johnston (2011), adaptat de Ciascai (2018), modelul clasic al metodei științifice este extins într-un proces multiciclic, structurat în cinci etape interdependente. Prima etapă, explorarea, implică observarea fenomenelor de către elevi, formularea de întrebări, clasificarea informațiilor, precum și emiterea de explicații și ipoteze inițiale. Urmează etapa de planificare, în cadrul căreia sunt stabilite scopurile investigației, sunt selectate resursele

necesare, sunt identificate variabilele și sunt definite procedurile de măsurare și organizare a colectării datelor. În etapa de investigație, elevii aplică planul de cercetare, desfășurând activități de colectare a datelor și de control al variabilelor implicate. A patra etapă, interpretarea rezultatelor, presupune analiza datelor obținute și luarea deciziei privind continuarea, modificarea sau reluarea investigației, în funcție de concluziile desprinse. În final, etapa de comunicare constă în prezentarea și argumentarea rezultatelor în fața celorlalți, contribuind la validarea și diseminarea cunoașterii. Acest model evidențiază importanța reflecției și a caracterului iterativ al procesului de cercetare, în care investigația este în mod constant revizuită și rafinată în funcție de noile informații obținute.

Gillespie și Gillespie (2007) subliniază că investigația autentică începe cu formularea unor întrebări relevante de către elevi. Întrebările bune facilitează: formularea ipotezelor; planificarea experimentelor; realizarea predicțiilor; colectarea și organizarea datelor; analiza rezultatelor; formularea concluziilor. Aceste competențe contribuie la dezvoltarea gândirii critice și a autonomiei intelectuale.

La clasele mici, formularea ipotezelor poate reprezenta o dificultate. Din acest motiv, învățarea prin explorare este considerată mai potrivită.

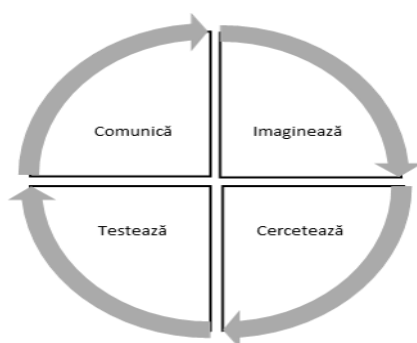


Figura 3.2. Ciclul învățării prin explorare

Ciclul învățării prin explorare evidențiază: contactul direct cu obiectul sau fenomenul; observarea; formularea ideilor; testarea acestora; construirea explicațiilor.

Johnston (2011) consideră că explorarea este asociată învățării experiențiale și dezvoltării autentice a înțelegerii.

Asociația pentru Învățarea Experiențială (AEE) definește învățarea experiențială ca procesul prin care elevii își construiesc cunoștințe și valori prin experiență directă (Wurdinger & Marlow, 2005). Modelul lui Kolb include patru etape: Experiență concretă; Observație reflectivă; Conceptualizare abstractă; Experimentare activă.

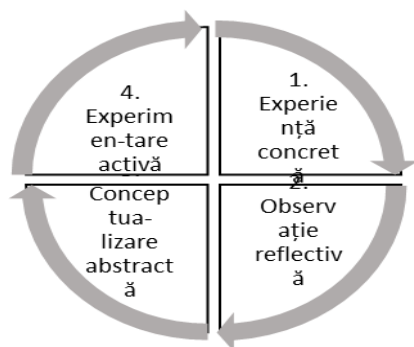


Figura 3.3. Ciclul învățării experiențiale

Ciclul învățării experiențiale prezintă relațiile dintre aceste patru etape și rolul reflecției în construirea cunoașterii.

Ciascai (2007) evidențiază existența unor idei naive („misconceptions”) care influențează învățarea științelor. Acestea își au originea în diverse surse ale experienței cotidiene și ale mediului de învățare al copiilor. Ele pot proveni din explicații simplificate oferite de adulți, din utilizarea improprie sau greșită a conceptelor în limbajul comun, din influența filmelor și a poveștilor, precum și din experiențele personale ale copiilor, care contribuie la formarea unor reprezentări intuitive asupra realității. Identificarea și corectarea acestor concepții constituie o sarcină importantă a profesorului.

3.2. Studiul tehnologiei în învățământul primar

Activitățile tehnologice presupun rezolvarea unor probleme practice utilizând materiale variate: lut, lemn, textile, metal, materiale plastice etc. (Makyia & Rogers, 1992). Problemele pot fi: închise (cu răspuns unic); deschise (cu soluții multiple); tehnice; tehnologice; investigative. Aceste activități dezvoltă: gândirea critică; gândirea divergentă; gândirea convergentă; creativitatea; capacitatea de evaluare.

Conform ISTE (2000) și ITEA (2007), educația tehnologică urmărește dezvoltarea competențelor privind: natura tehnologiei; relația tehnologie-societate; procesul proiectării; abilitățile tehnologice; subdomeniile tehnologice. Elevii trebuie să-și dezvolte abilitățile de proiectare, de implementare a unui proces de proiectare, de utilizare și întreținere a produselor și sistemelor tehnologice, de apreciere/evaluare a impactului produselor și sistemelor.

Procesul cunoașterii tehnologice și ingineresti este, ca și procesul științific, un proces ciclic. Spre exemplu, Albion et al. (2018) prezintă următorul ciclu al unei activități tehnologice (Figura 3.4., adaptare pentru învățarea școlară):



Figura 3.4. Ciclul unei activități tehnologice realizate în activitățile școlare (după Albion et al. 2011, adaptat de Ciascai, 2018)

3.3. Învățarea bazată pe investigație în învățământul primar

Dewey consideră învățarea un proces activ, bazat pe experiență și interacțiune. Activitățile de tip inquiry trebuie să fie relevante pentru viața elevilor și să pornească de la interesele acestora.

3.3.1. Identificarea unui model de învățare bazată pe inquiry

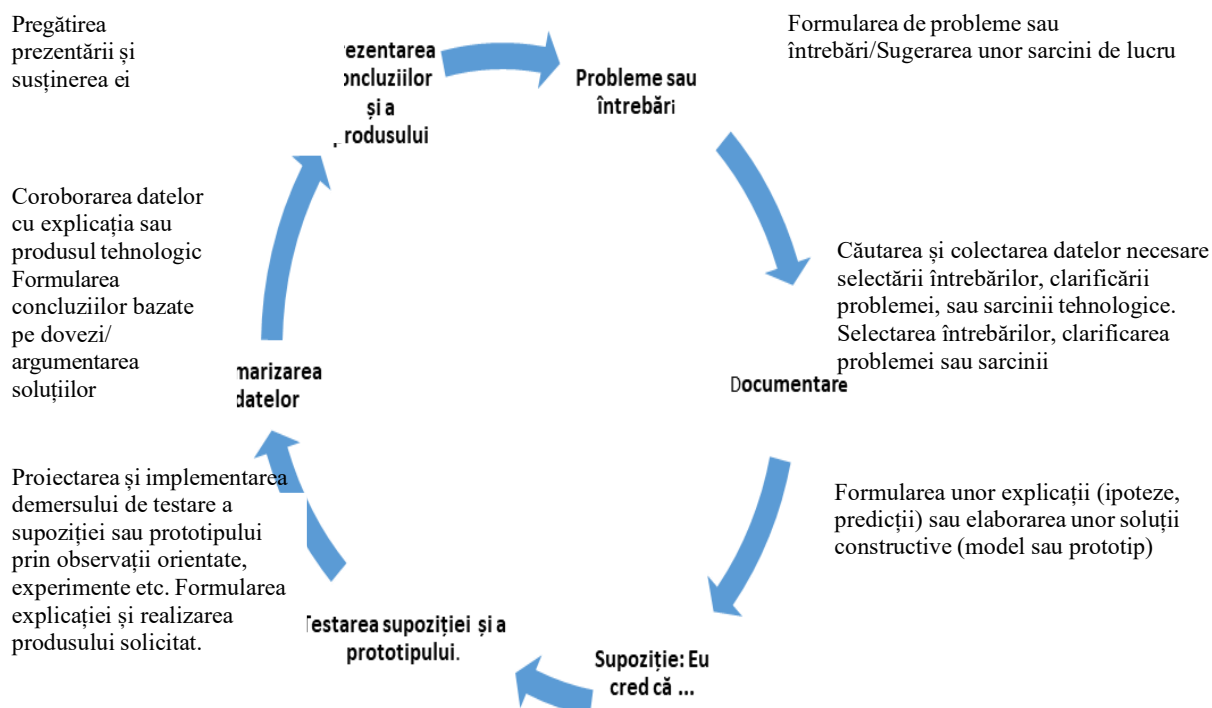


Figura 3.5. Model de învățare bazată pe investigație ghidată pentru învățământul primar

Acestui model i-a fost adăugată o etapă de reflecție critică, nereprezentată în figură nefiind specifică demersului ci vizând orice demers al elevilor. În această etapă elevii

reflectează cu referire la rezultatul muncii lor (explicația argumentată sau soluția tehnică) și cu referire la demersul investigativ (dificultăți întâmpinate, depășirea dificultăților etc.). Revizuirea demersului anchetei se face atât pentru identificarea punctelor forte și a punctelor slabe, cât și pentru identificarea recomandărilor pentru planificarea viitoare.

Cercetarea realizată are la bază demersul investigației ghidate, mai accesibil elevilor de nivel primar.

Obiectivele cercetării

Prezenta teză de doctorat are ca obiectiv general investigarea impactului învățării bazate pe investigație asupra dezvoltării cunoștințelor și abilităților științifice și tehnologice ale elevilor din învățământul primar, precum și asupra atitudinii acestora față de știință, tehnologie și inginerie.

În vederea realizării acestui obiectiv general, cercetarea urmărește analiza fundamentelor teoretice și metodologice ale învățării bazate pe investigație și evidențierea rolului acestei abordări în educația științifică și tehnologică. Totodată, teza își propune identificarea particularităților procesului de predare-învățare a științei și tehnologiei în învățământul primar și analiza modelelor inquiry utilizate în activitatea didactică.

Un alt obiectiv al cercetării constă în investigarea percepțiilor viitorilor profesori și ale cadrelor didactice privind utilizarea strategiilor de învățare bazate pe investigație, precum și analiza relației dintre instruirea diferențiată și abordările inquiry. De asemenea, cercetarea urmărește explorarea percepțiilor profesorilor asupra domeniilor tehnologie și inginerie și a modului în care acestea sunt integrate în educația primară.

Teza își propune, de asemenea, proiectarea și implementarea unei intervenții formative bazate pe investigație, adaptată particularităților elevilor din ciclul primar, cu scopul de a stimula implicarea activă a acestora în procesul de învățare și dezvoltarea competențelor specifice educației științifice și tehnologice.

Un obiectiv central al cercetării îl reprezintă evaluarea efectelor activităților bazate pe investigație asupra dezvoltării cunoștințelor și abilităților științifice și tehnologice ale elevilor. În același timp, cercetarea urmărește analiza influenței acestei abordări asupra atitudinii elevilor față de știință, tehnologie și inginerie, prin identificarea modificărilor produse la nivelul interesului, motivației și deschiderii față de domeniile STEM.

Cercetarea are ca obiectiv formularea unor concluzii și recomandări pedagogice privind integrarea strategiilor de învățare bazate pe investigație în activitatea didactică din învățământul primar, în vederea optimizării procesului educațional și a dezvoltării competențelor necesare societății contemporane.

CAPITOLUL 4. (STUDIUL 1) ÎNȚELEGEREA ȘI UTILIZAREA ÎNVĂȚĂRII BAZATE PE INVESTIGAȚIE DE CĂTRE VIITORII PROFESORI DIN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PREȘCOLAR ȘI PRIMAR

4.1. Introducere

Învățarea bazată pe investigație (Inquiry-Based Learning - IBL) este o abordare centrată pe elev care stimulează gândirea critică, competențele de investigare și autonomia în învățare. Deși este considerată eficientă și este promovată în formarea profesorilor, implementarea sa în practică rămâne adesea inconsistentă.

IBL presupune activități similare cercetării științifice: formularea întrebărilor, investigarea, formularea și testarea ipotezelor, precum și comunicarea rezultatelor. În contextul formării inițiale a cadrelor didactice, este important de analizat modul în care viitorii profesori înțeleg și utilizează acest model în proiectarea activităților didactice.

4.2. Cadru teoretic

Conceptul de *inquiry* este asociat cu investigarea, descoperirea și rezolvarea de probleme (de Jong et al., 2021). Spre deosebire de învățarea prin descoperire, *inquiry* implică formularea și validarea explicațiilor pe baza datelor obținute (Pedaste et al., 2015).

Conform NRC (1996), *inquiry* reprezintă atât modalitatea prin care oamenii de știință studiază natura și formulează explicații bazate pe dovezi, cât și activitățile prin care elevii înțeleg modul de lucru al cercetătorilor. Justice et al. (2007) definesc *inquiry* ca un ansamblu de practici educaționale care facilitează învățarea.

Inquiry este privit atât ca proces de construire a cunoașterii și metodă constructivistă (Justice et al., 2007), cât și ca scop și metodă de învățare (NRC, 2000).

Potrivit lui Bybee (2002), *inquiry* poate fi înțeles din trei perspective complementare. În primul rând, acesta este asociat cu conținutul științific care trebuie înțeles și asimilat de către elevi. În al doilea rând, *inquiry* este privit ca un set de abilități cognitive implicate în procesul de investigare, analiză și interpretare a informațiilor. În al treilea rând, reprezintă o metodă de predare prin care profesorii facilitează construirea activă a cunoașterii și dezvoltarea gândirii științifice.

4.3. Scopul cercetării și întrebările de cercetare

Scopul cercetării

Scopul studiului este de a analiza modul în care viitorii profesori din învățământul preșcolar și primar înțeleg și aplică ciclul inquiry în proiectarea activităților didactice.

Întrebări de cercetare

1. Care dintre etapele ciclului inquiry reușesc viitorii profesori să le implementeze mai facil și unde întâmpină dificultăți?
2. În ce măsură viitorii profesori care au participat la training-ul pe tehnica modelul prin investigație reușesc să integreze etapele acestui model într-un demers investigativ coerent?

4.4. Metodologie

Tipul cercetării

Studiul are un design constatativ, având ca scop analiza modului de înțelegere și aplicare a ciclului inquiry de către studenți, fără intervenție experimentală.

4.4.1. Participanți

Eșantionul a fost unul de conveniență și a inclus 124 de studenți înscriși la forma de învățământ la distanță, în cadrul specializării Pedagogia învățământului primar și preșcolar.

4.4.2. Colectarea datelor

Datele au fost colectate în cadrul disciplinei „Științe și didactica predării științelor” și a inclus cinci ore de instruire (două ore de curs și trei ore de seminar).

4.4.3. Instrumente de cercetare și procedură

După studiul învățării bazate pe investigație, studenții au avut ca sarcină de evaluare explicitarea unui ciclu inquiry pentru un conținut științific la alegerea lor. Termenul de realizare a fost de o săptămână. Pentru analiza temelor realizate de studenți a fost utilizată o grilă de evaluare elaborată de cercetători, compusă din 11 itemi, cu cinci niveluri de apreciere (0 = lipsă răspuns, 1 = răspuns incorrect, 2-4 = niveluri progresive de corectitudine). Instrumentul a demonstrat o consistență internă ridicată ($\alpha = 0.979$). Itemii au vizat principalele etape ale ciclului inquiry: formularea întrebărilor de cercetare, documentarea, formularea ipotezei, testarea ipotezei și sumarizarea și comunicarea rezultatelor.

4.4.4. Analiza datelor

Datele au fost analizate prin metode statistice descriptive și inferențiale. S-a verificat normalitatea distribuției prin testul Kolmogorov-Smirnov, rezultând abateri semnificative de la normalitate ($p < 0.05$). În consecință, s-au utilizat teste non-parametrice. Pentru analiza relațiilor dintre variabile s-a utilizat coeficientul de corelație Spearman.

4.5. Rezultate

Analiza datelor prezentate în Tabelul 4.1. evidențiază diferențe semnificative între etapele ciclului inquiry în ceea ce privește nivelul de performanță al studenților.

Tabelul 4.1. Rezultatele obținute la itemii grilei de evaluare și prelucrarea lor

Item/ Punctaj	N	m	Mode	Median	SD	1	2	3	4	Răspuns lipsă
Întrebările de cercetare sunt clare	124	1.56	1	1	0.83	58.87%	29.03%	6.45%	4.84%	0.81%
Întrebările de cercetare sunt variate	124	1.56	1	1	0.84	58.87%	28.23%	7.26%	4.84%	0.81%
Întrebările de cercetare acoperă tematica	124	1.57	1	1	0.83	57.26%	30.65%	6.45%	4.84%	0.81%
Documentarea este structurată pe aspecte importante	124	1.69	1	2	0.81	46.77%	37.90%	11.29%	3.23%	0.81%
Documentarea este orientată de întrebările formulate inițial	124	1.68	1	1	0.84	50%	33.87%	11.29%	4.03%	0.81%
Supoziția este corect formulată	124	1.96	1	2	0.94	37.90%	31.45%	24.19%	5.65%	0.81%
Supoziția se bazează pe cunoștințele dobândite prin documentare	124	1.92	1	2	0.93	39.52%	32.26%	21.77%	5.65%	0.81%
Testarea este corelată cu supoziția	124	2.38	3	3	1.15	33.06%	11.29%	37.10%	17.74%	0.81%
Sumarizarea integrează cunoștințele obținute prin documentare și	124	1.81	2	2	0.83	38.71%	44.35%	11.29%	4.84%	0.81%

testare.										
Comunicarea este structurată și evidențiază cunoștințele importante.	124	1.64	1	1	0.79	50%	37.10%	8.87%	3.23%	0.81%
Cunoștințele comunicate sunt clar și corect prezentate.	124	1.63	1	1	0.78	50%	37.90%	8.06%	3.23%	0.81%

Constatările principale arată că cele mai bune rezultate se înregistrează la formularea întrebărilor de cercetare, unde valorile medii ($m \approx 1.56\text{--}1.57$, $SD \approx 0.83\text{--}0.84$) indică aproximativ 57%–59% răspunsuri corecte. Documentarea este realizată relativ corect, însă nu este întotdeauna orientată riguros de întrebările de cercetare formulate ($m \approx 1.68\text{--}1.69$), cu un procent de aproximativ 46%–50% răspunsuri corecte. În schimb, formularea ipotezelor reprezintă o dificultate semnificativă pentru participanți ($m \approx 1.92\text{--}1.96$, $SD \approx 0.93\text{--}0.94$), cu doar 38%–40% răspunsuri corecte.

Cea mai problematică etapă este corelarea dintre ipoteză și testare, unde se înregistrează cea mai ridicată medie ($m = 2.38$, $SD = 1.15$), iar procentul cumulativ al răspunsurilor parțial corecte și incorecte depășește 50%, indicând dificultăți majore în aplicarea coerentă a demersului științific. În schimb, sumarizarea și comunicarea rezultatelor sunt realizate mai bine comparativ cu etapele centrale ale procesului ($m \approx 1.63\text{--}1.81$), ceea ce sugerează o performanță mai bună în fazele finale ale activității decât în cele de formulare și testare a ipotezelor.

Rezultatele indică o înțelegere fragmentară a ciclului inquiry: performanță ridicată în etapele inițiale și finale și performanță scăzută în etapele centrale.

4.6. Discuții

Rezultatele prezentate în Figura 5.1. evidențiază un model diferențiat al performanței studenților în raport cu etapele ciclului inquiry.

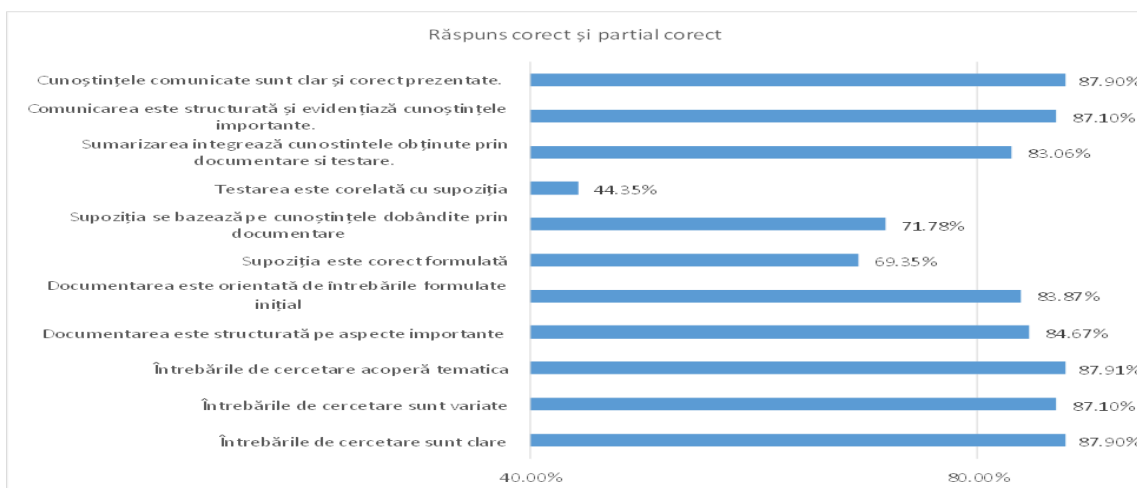


Figura 4.1. Rezultatele obținute la itemii grilei de evaluare cu referire la răspunsurile corect și parțial corect

Interpretarea rezultatelor evidențiază un nivel ridicat de performanță în majoritatea etapelor procesului de investigație. Astfel, se înregistrează peste 87% răspunsuri corecte și parțial corecte în formularea întrebărilor de cercetare, peste 83% în etapa de documentare, precum și un nivel de 69–72% în formularea ipotezelor. În schimb, corelarea dintre ipoteză și testare reprezintă o dificultate majoră, cu un procent de doar 44.35% răspunsuri corecte și parțial corecte. În etapele finale, rezultatele revin la un nivel ridicat, cu peste 83–87% pentru sumarizarea și comunicarea rezultatelor.

Aceste date descriu un profil de performanță în formă de „U”, caracterizat prin rezultate ridicate la începutul și la finalul ciclului de investigație, dar prin performanțe mai scăzute în etapele intermediare, care implică raționament complex și integrarea conceptuală a informațiilor.

Acest model confirmă observațiile din literatura de specialitate privind implementarea fragmentară a IBL și dificultatea integrării logice a etapelor.

4.7. Implicații practice ale cercetării

Rezultatele studiului evidențiază necesitatea unei abordări mai explicite a învățării bazate pe investigație în formarea inițială a profesorilor, cu accent pe relația dintre ipoteză și testare. Se recomandă utilizarea activităților ghidate pentru formularea ipotezelor, a exercițiilor de asociere dintre etapele ciclului inquiry, precum și a ghidurilor și șabloanelor de proiectare didactică. De asemenea, sunt importante abordarea interdisciplinară a inquiry, dezvoltarea unor

instrumente de evaluare care să urmărească și coerența procesului investigativ, precum și integrarea reflecției în activitățile de formare.

4.8. Limitele studiului

Studiul prezintă câteva limitări importante, precum utilizarea unui eșantion de conveniență provenit dintr-o singură universitate, analiza exclusivă a produselor scrise ale studenților și lipsa interviurilor sau a observațiilor directe. De asemenea, timpul redus acordat realizării sarcinii, lipsa validării independente a instrumentului de evaluare și neinvestigarea factorilor motivaționali și atitudinali limitează gradul de generalizare și profunzimea interpretării rezultatelor.

4.9. Direcții viitoare de cercetare

Cercetările viitoare ar trebui să includă eșantioane mai extinse și mai diverse, metode calitative precum interviurile și focus-grupurile, precum și studii longitudinale. De asemenea, este necesară analiza impactului unor intervenții didactice specifice și investigarea relației dintre competențele inquiry și variabile precum autoeficacitatea, motivația și atitudinile față de metodele active de învățare.

4.10. Concluzii generale ale cercetării

Rezultatele arată că viitorii profesori înțeleg relativ bine formularea întrebărilor de cercetare și etapa documentării, însă întâmpină dificultăți în formularea ipotezelor și în corelarea acestora cu etapa de testare. Aceștia tind să perceapă ciclul inquiry ca o succesiune de etape separate, mai degrabă decât ca un proces integrat și interdependent. Prin urmare, formarea inițială a profesorilor ar trebui să pună un accent mai mare pe relațiile funcționale dintre etapele ciclului inquiry și pe dezvoltarea competențelor de proiectare didactică coerentă.

CAPITOLUL 5. (STUDIUL 2) ÎNVĂȚAREA ȘTIINȚEI BAZATĂ PE INVESTIGAȚIE ȘI INSTRUIRE DIFERENȚIATĂ

5.1. Introducere

Conceptul de inquiry este utilizat frecvent în literatura de specialitate, însă sensurile sale diferă în funcție de contextul teoretic și practic.

5.2. Cadru teoretic

Potrivit lui Justice et al. (2007) și National Research Council (2000), inquiry reprezintă simultan un proces de căutare a cunoștințelor, o metodă constructivistă de învățare, un obiectiv educațional și o strategie didactică. Harlem (2013, citat în Gholam, 2019) evidențiază formularea întrebărilor și participarea activă la investigare, iar Hammerman (2006) subliniază rolul curiozității în procesul de învățare.

Modelul 5E al lui Bybee (2009), detaliat de Northern (2019), include etapele: angajare, explorare, explicare, elaborare și evaluare. În domeniul științelor, inquiry contribuie la dezvoltarea gândirii științifice prin observație, explorare și experiment. Bybee (2002) consideră investigația științifică drept conținut de învățare, set de competențe și metodă de predare.

În ceea ce privește instruirea diferențiată, Tomlinson și Strickland (2005) o definesc ca o abordare flexibilă adaptată diversității elevilor. Diferențierea se bazează pe nivelul de pregătire, profilul de învățare și interesele elevilor (Whitworth, Maeng și Bell, 2013). Modelele lui Schwab (1962, citat în Walker, 2015) și Llevellyn (2011) oferă niveluri progresive de inquiry, de la activități demonstrative la activități conduse autonom de elevi.

5.3. Scopul și obiectivele cercetării

Scopul acestei cercetări este de a analiza modul în care cadrele didactice din învățământul preșcolar și primar percep și utilizează învățarea prin investigație și instruirea diferențiată în predarea științelor.

Obiectivele vizează frecvența utilizării acestor abordări, rolul profesorului, autonomia elevilor și diferențele dintre principiile teoretice și aplicarea lor practică.

5.4. Metodologie

Cercetarea s-a desfășurat în perioada octombrie-noiembrie 2021 printr-un chestionar online adaptat după Jeanpierre (2006) și Lyles & Wu (2016). Instrumentul a avut o fiabilitate

foarte ridicată (Cronbach's $\alpha = 0.957$), iar itemii au fost evaluați pe o scală Likert cu 5 trepte. Analiza statistică a inclus frecvențe, procente, medii, abateri standard, precum și testele Kruskal-Wallis H și Mann-Whitney U.

5.4.1. Participanți

La studiu au participat 92 de cadre didactice, dintre care 97.83% femei. Din total, 67.39% predau în învățământul primar, iar 29.35% în învățământul preșcolar. Majoritatea dețin gradul didactic I (53.26%), iar 57.61% au studii de licență și 35.87% studii de masterat.

5.4.2. Colectarea datelor

Datele au fost colectate online, prin Google Drive, pe bază de participare voluntară și anonimă.

5.4.3. Instrumente de cercetare și procedură

Instrumentul utilizat în cadrul cercetării a fost un chestionar structurat, adaptat după modele validate în literatura de specialitate (Jeanpierre, 2006; Lyles & Wu, 2016). Chestionarul a evaluat percepțiile privind inquiry și instruirea diferențiată pe dimensiuni precum: elevul, proiectarea lecției, conținutul, strategiile, produsele și evaluarea.

5.4.4. Analiza datelor

Analiza a utilizat statistici descriptive și inferențiale. Rezultatele nu au evidențiat diferențe semnificative statistic între grupurile de respondenți în funcție de experiența didactică sau nivelul de predare.

5.5. Rezultate

Rezultatele studiului se bazează pe răspunsurile a 92 de cadre didactice, dintre care 71 au completat și itemii referitori la frecvența și momentele utilizării instruirii diferențiate. Datele arată că diferențierea este utilizată frecvent în activitatea didactică: 47.89% dintre profesori declară că o aplică zilnic, iar 32.39% la fiecare lecție. Doar 2.82% afirmă că nu utilizează deloc această abordare.

Tabelul 5.1. Răspunsurile subiecților la itemul „În care momente ale unei activități didactice apelați la diferențierea învățării?”

Varianta de răspuns	N	%
La formularea unei probleme/întrebări de rezolvat	71	67.61%
La documentarea pentru înțelegerea și clarificarea problemei	71	54.93%
La formularea predicțiilor și ipotezelor	71	26.76%
La colectarea și analiza dovezilor	71	23.94%
La formularea explicațiilor	71	54.93%
La realizarea conexiunilor dintre explicații	71	35.21%
La evaluarea achizițiilor	71	40.85%
La comunicarea rezultatelor	71	25.35%
La analiza și reflecția asupra rezultatelor și procesului de învățare	71	42.25%

Tabelul 5.1. evidențiază momentele în care profesorii aplică diferențierea în cadrul activităților de tip inquiry. Cele mai ridicate procente se regăsesc la formularea unei probleme/întrebări de rezolvat (67.61%), la documentarea pentru clarificarea problemei (54.93%) și la formularea explicațiilor (54.93%). Diferențierea este mai puțin prezentă în etapele care implică procese științifice complexe, precum formularea predicțiilor și ipotezelor (26.76%), colectarea și analiza dovezilor (23.94%) și comunicarea rezultatelor (25.35%). Aceste date sugerează o utilizare predominantă a diferențierii în fazele inițiale ale investigației.

Tabelul 5.2. Metode/tehnici de diferențiere a activității

Metode/tehnici de diferențiere a activității	N	%
Grupări flexibile	71	49.30%
Adresarea de întrebări deschise	71	69.01%
Asigurarea unor oportunități de descoperire a unor fapte, fenomene etc.	71	40.85%
Învățare centrată pe elev	71	77.47%
Învățare autodirijată	71	18.31%
Teme suplimentare de casă	71	19.72%
Sarcini solicitate elevilor	71	23.94%
Autoevaluarea realizată de elevi	71	28.17%

Încurajarea gândirii abstracte/complexe	71	46.48%
Nu sunt sigur ce strategie să folosesc	71	0%

Conform Tabelului 5.2, cele mai utilizate metode de diferențiere sunt învățarea centrată pe elev (77.47%) și adresarea întrebărilor deschise (69.01%). Aproximativ jumătate dintre respondenți utilizează grupările flexibile (49.30%) și încurajarea gândirii abstracte/complexe (46.48%). În schimb, strategii care presupun o autonomie mai mare a elevilor sunt mai rar utilizate: învățarea autodirijată (18.31%), temele suplimentare de casă (19.72%), sarcinile diferențiate (23.94%) și autoevaluarea elevilor (28.17%). Niciun respondent nu a declarat că nu știe ce strategie să utilizeze.

Tabelul 5.3. Rezultate privind rolul profesorului în activitățile de învățare

Itemul	N	m	SD	1+2 (%)	4+5 (%)
Sunt un facilitator al învățării elevilor/Le fac elevilor învățarea mai ușoară.	92	4.53	0	2.17%	95.65%
Încurajez elevii să-și pună întrebări și să adreseze întrebări, mie sau colegilor lor.	92	4.59	0.71	3.26%	96.74%
Încurajez elevii să caute răspunsuri la propriile lor întrebări.	92	4.43	0.71	3.26%	91.30%
Încurajez elevii să formuleze întrebări orientate științific (întrebări la subiect, corect formulate și la care se poate răspunde folosind materialele disponibile).	92	4.33	0.71	3.26%	90.22%
Implic elevii în planificarea investigațiilor pentru a strânge dovezi ca răspuns la întrebări.	92	4.11	1.42	6.52%	77.17%
Îi întreb pe elevi ce i-ar interesa să învețe.	92	4.03	0	8.70%	72.83%
Mă ghidez după interesele elevilor când îmi pregătesc lecțiile.	92	4.38	0.71	5.43%	88.04%
Folosesc evenimentele discrepante, provocatoare pentru a- mi motiva elevii cu referire la studiul unei teme.	92	4.02	0	9.78%	77.17%
Nu depind de manual.	92	3.75	1.42	8.70%	58.70%
Mă concentrez pe înțelegerea de către elevi a conceptelor științifice.	92	4.13	0	6.52%	79.35%
Sprijin elevii să acorde prioritate dovezilor care le permit să tragă concluzii și/sau să dezvolte și să evalueze explicații care abordează întrebări orientate științific.	92	3.91	0.71	7.61%	73.91%

Elevii mei au parte de experiențe de cercetare științifică axate pe existența unui echilibru între dezvoltarea abilităților lor de cercetare și înțelegerea conceptuală.	92	3.34	0	7.39%	45.65%
--	----	------	---	-------	--------

Datele din Tabelul 5.3. arată că profesorii se percep în principal ca facilitatori ai învățării. Astfel, 95.65% consideră că facilitează procesul de învățare al elevilor ($M = 4.53$), 96.74% încurajează elevii să formuleze întrebări ($M = 4.59$), iar 91.30% îi sprijină să caute răspunsuri la propriile întrebări ($M = 4.43$). De asemenea, 90.22% afirmă că promovează formularea întrebărilor științifice, iar 88.04% declară că își adaptează lecțiile în funcție de interesele elevilor. Niveluri moderate de acord apar pentru implicarea elevilor în planificarea investigațiilor (77.17%) și pentru utilizarea evenimentelor provocatoare ca strategie motivațională (77.17%). Cel mai redus nivel de acord se observă în ceea ce privește oferirea unor experiențe de cercetare științifică echilibrate între competențele de investigare și înțelegerea conceptuală (45.65%; $M = 3.34$).

Tabelul 5.4. Activități desfășurate independent de elevi

	N	m	SD	1+2 (%)	4+5 (%)
Elevii mei formulează concluzii și/sau explicații bazate pe dovezi pentru a răspunde întrebărilor orientate științific.	92	3.27	1.42	26.09%	45.65%
Elevii mei își evaluează propriile concluzii și/sau explicații în lumina concluziilor/explicațiilor alternative (ale colegilor, existente în cărți ec.), în special a celor care reflectă înțelegerea științifică.	92	3.48	0	18.48%	53.26%
Elevii mei reflectează la întrebările formulate, demersurile întreprinse și rezultatele obținute.	92	3.49	0.71	18.48%	54.35%
Elevii mei analizează date pe cont propriu/prin cercetări proprii.	92	3.38	0	23.91%	50%
Elevii mei interpretează datele bazându-se pe dovezile propriilor cercetări.	92	3.27	0.71	28.26%	50%
Elevii mei citesc păreri documentate (ale comunității științifice: articole pe net, conținutul din manuale, enciclopedii), referitoare la propria cercetare înainte de a decide asupra răspunsului la o întrebare.	92	2.88	0.71	36.96%	32.61%
Elevii mei sunt capabili să-și argumenteze răspunsurile.	92	3.63	0	13.04%	63.04%

Elevii mei comunică colegilor lor rezultatele cercetărilor proprii întreprinse cu referire la o temă studiată.	92	3.53	0	19.57%	55.43%
Elevii mei comunică și justifică concluziile și/sau explicațiile propuse.	92	3.47	0	19.57%	52.17%
Elevii mei împărtășesc rezultatele cercetării într-un mod formal în afara clasei (ex: competiție științifică echitabilă/corectă).	92	3.21	1.42	25%	44.57%

Tabelul 5.4. prezintă activitățile desfășurate independent de elevi în cadrul procesului investigativ. Cele mai ridicate procente se înregistrează la capacitatea elevilor de a-și argumenta răspunsurile (63.04%), de a comunica rezultatele cercetărilor proprii (55.43%) și de a reflecta asupra procesului de învățare (54.35%). De asemenea, peste jumătate dintre profesori consideră că elevii își evaluează propriile explicații în raport cu alternativele existente (53.26%) și își justifică concluziile (52.17%). În schimb, utilizarea surselor documentare externe este mai redusă, doar 32.61% dintre respondenți afirmând că elevii consultă articole, enciclopedii sau alte surse științifice înainte de formularea răspunsurilor. Totodată, participarea la activități formale de diseminare a rezultatelor în afara clasei este limitată (44.57%).

În ansamblu, rezultatele evidențiază faptul că profesorii declară o utilizare frecventă a instruirii diferențiate și adoptă un rol predominant de facilitator al învățării. Totuși, diferențierea este aplicată mai ales în etapele introductive ale ciclului inquiry, iar autonomia elevilor rămâne moderată, în special în activitățile care presupun utilizarea dovezilor, analiza critică a informațiilor și cercetarea independentă.

5.6. Discuții

Rezultatele arată o orientare puternică spre învățarea centrată pe elev și principiile inquiry, dar implementarea acestora este parțială. Diferențierea este aplicată mai ales în etapele inițiale ale investigației, iar strategiile utilizate sunt predominant generale. Profesorii își asumă rolul de facilitator, însă autonomia elevilor și implicarea lor în cercetarea autentică rămân moderate. Factorii care limitează aplicarea completă sunt dependența de manual, constrângerile curriculare și nevoia de formare suplimentară.

5.7. Implicații practice ale cercetării

Studiul recomandă consolidarea formării inițiale și continue a profesorilor pentru proiectarea activităților inquiry și dezvoltarea competențelor de diferențiere. Se evidențiază

necesitatea utilizării unor strategii mai variate, a reducerii dependenței de manual și a dezvoltării autonomiei elevilor în formularea întrebărilor, elaborarea ipotezelor și argumentarea concluziilor.

5.8. Limitele studiului

Principalele limite sunt eșantionul de conveniență relativ redus, provenit în mare parte din aceeași instituție universitară, predominanța respondenților de gen feminin și utilizarea exclusivă a datelor auto-raportate. Designul transversal nu permite stabilirea unor relații cauzale.

5.9. Direcții viitoare de cercetare

Se recomandă utilizarea metodelor calitative și observaționale, investigarea relației dintre formarea profesorilor și implementarea inquiry, realizarea de studii comparative între contexte educaționale diferite și analiza impactului acestor abordări asupra rezultatelor elevilor.

5.10. Concluzii generale ale cercetării

Rezultatele indică faptul că profesorii valorizează instruirea diferențiată și învățarea prin investigație, asociindu-le cu paradigma învățării centrate pe elev. Deși cadrele didactice adoptă rolul de facilitator, autonomia elevilor și diversitatea strategiilor utilizate sunt încă limitate. Cercetarea evidențiază existența unor condiții favorabile pentru integrarea acestor abordări, însă dezvoltarea lor deplină necesită formare profesională continuă, flexibilitate curriculară și resurse educaționale adecvate.

CAPITOLUL 6. (STUDIUL 3) PERCEPȚIILE PROFESORILOR ASUPRA CARACTERISTICILOR DOMENIILOR TEHNOLOGIE ȘI INGINERIE ȘI A RELAȚIEI DINTRE ACESTEA ȘI PROFESIA DE INGINER

6.1. Introducere

Educația științifică și tehnică, care include dimensiunile tehnologică și inginerescă, reprezintă în prezent domenii esențiale ale curriculumului școlar, ca urmare a transformărilor accelerate ale societății contemporane.

6.2. Cadru teoretic

Cadrul teoretic subliniază faptul că știința contribuie la dezvoltarea gândirii critice prin explorare și experimentare, incluzând formularea de ipoteze, analiză de date și interpretare bazată pe dovezi (Paul & Elder, 2019). Tehnologia este definită ambiguu, ca proces și produs, fiind interpretată fie ca activitate umană orientată spre scopuri, fie ca ansamblu de artefacte (Albion et al., 2018; Alamäki, 1999).

Cunningham (2018) o definește integrativ ca sistem de cunoștințe și procese dezvoltate prin inginerie.

Relația dintre știință și tehnologie este descrisă ca fiind variată și dinamică, incluzând dependență, autonomie sau interacțiune bidirecțională (Gardner, 1994; Collier et al., 2011). Ingineria este diferențiată de tehnologie prin accentul pe proiectare și modelare, în timp ce tehnologia vizează aplicarea practică (Dietz, 2014). Procesele ingineresti sunt ciclice și iterative (McCue, 2016), iar competențele necesare includ gândire logică, modelare și investigare (Adey & Shayer, 2002; Hunt, 2018). Educația STEM integrează aceste domenii, fiind susținută de teorii ale învățării precum cogniția distribuită (Schunn & Silk, 2011).

6.3. Scopul și obiectivele cercetării

Scopul general al cercetării este identificarea și analiza percepțiilor cadrelor didactice și ale viitorilor profesori pentru învățământul primar și preșcolar cu privire la domeniile tehnologiei și ingineriei, relația dintre acestea, ocupațiile de inginer și tehnolog.

Obiectivele vizează: analiza caracteristicilor celor două domenii, identificarea competențelor necesare profesiilor de inginer și tehnolog și compararea percepțiilor între profesori și studenți.

Întrebări de cercetare

1. Cum percep profesorii și viitorii profesori pentru învățământul primar și preșcolar domeniile tehnologiei și ingineriei?
2. Există o diferență evidentă, statistic vorbind, la selecția de itemi din chestionar referitoare la obiectul de studiu al ingineriei și tehnologiei și la ocupația de inginer/tehnolog?

6.4. Metodologie

Studiul are un design cantitativ descriptiv, bazat pe anchetă prin chestionar. Instrumentul conține itemi organizați pe două dimensiuni: percepția asupra tehnologiei și ingineriei și competențele asociate profesiilor. Analiza combină statistica descriptivă (frecvențe, procente, medii, deviații standard) și inferențială (test t pentru eșantioane independente, $p < 0.05$).

6.4.1. Participanți

Eșantionul include 193 de respondenți (studenți și cadre didactice), predominant feminin (94.3%). Cea mai mare categorie de vârstă este 19-24 ani (28%), iar 40.4% sunt studenți fără experiență didactică. Nivelul educațional variază: 40.9% licență, 27.5% master, 31.1% bacalaureat.

6.4.2. Colectarea datelor

Datele au fost colectate online, voluntar, cu respectarea confidențialității și informării participanților. Chestionarul a fost completat în aproximativ 15 minute, iar datele au fost verificate înainte de analiză.

6.4.3. Instrumente de cercetare și procedură

Chestionarul are 53 de itemi, dintre care 20 analizați în studiu. Prima secțiune utilizează scală Likert 5 puncte, iar a doua scală Likert 4 puncte. Administrarea online a asigurat standardizarea și accesul facil la respondenți.

6.4.4. Analiza datelor

Analiza s-a realizat în SPSS 23, incluzând statistici descriptive și testul t. Rezultatele arată absența diferențelor semnificative între profesori și studenți în percepțiile asupra tehnologiei și ingineriei.

6.5. Rezultate

Respondenților li s-a cerut să își exprime nivelul de acord față de afirmațiile incluse în Tabelul 6.1., utilizând o scală Likert cu 5 trepte. În vederea sintetizării și clarificării rezultatelor, categoriile „Dezacord total” și „Dezacord” au fost reunite sub eticheta „Dezacord”, iar categoriile „Acord” și „Acord total” au fost grupate sub eticheta „Acord”.

Tabelul 6.1. Acordul respondenților cu referire la afirmațiile privind obiectul de studiu al tehnologiei și ingineriei

Item	N	Dezacord (%)	Nici acord nici dezacord (%)	Acord (%)
Tehnologia presupune aplicarea practică a cunoștințelor într-un domeniu	193	6.2	14	79.8
Ingineria presupune aplicarea metodelor științifice și utilizarea produselor tehnologice pentru a rezolva probleme concrete	193	5.7	11.9	82.4
Tehnologia este relaționată mai mult cu produsele ingineriei decât cu procesele acesteia	193	18.1	33.7	48.2
Ingineria utilizează produsele tehnologiei	193	12.4	20.7	66.8
Procesul tehnologic implică și activități manuale	193	4.6	10.9	84.4
În tehnologie se utilizează instrumente și dispozitive variate	193	3.1	11.9	84.9
În inginerie se utilizează aparate, instrumente și diverse alte produse tehnologice	193	5.2	11.4	83.4
Proiectarea în inginerie privește componentele unui produs	193	9.8	18.7	71.5
Proiectarea în inginerie vizează întregul produs (dispozitiv, aparat, construcție, circuite etc.)	193	2.6	14.0	83.4
Proiectarea în inginerie privește funcționarea unui produs/aparat	193	8.8	10.9	80.3

Rezultatele din Tabelul 6.1. arată un nivel ridicat de acord privind natura tehnologiei și ingineriei: 79.8% consideră tehnologia aplicare practică a cunoștințelor, iar 82.4% consideră

ingineria aplicare a metodelor științifice. De asemenea, peste 80% dintre respondenți asociază tehnologia cu instrumente, activități manuale și aplicare practică.

Totuși, există ambiguități conceptuale: 33.7% răspunsuri neutre și 48.2% acord pentru relația tehnologie-produse ale ingineriei, indicând dificultăți de diferențiere clară între domenii.

Tabelul 6.2. Opinia respondenților cu referire la obiectul de studiu al tehnologiei și ingineriei

Item	N	m	St.Dev	<i>M (101 profesori)- m (73 studenți) *</i>
Tehnologia presupune aplicarea practică a cunoștințelor într-un domeniu	193	4.13	.946	0.17
Ingineria presupune aplicarea metodelor științifice și utilizarea produselor tehnologice pentru a rezolva probleme concrete	193	4.23	.926	-0.07
Tehnologia este relaționată mai mult cu produsele ingineriei decât cu procesele acesteia	193	3.40	1.105	0.01
Ingineria utilizează produsele tehnologiei	193	3.81	1.132	-0.04
Procesul tehnologic implică și activități manuale	193	4.36	.892	-0.09
În tehnologie se utilizează instrumente și dispozitive variate	193	4.42	.857	0.09
În inginerie se utilizează aparate, instrumente și diverse alte produse tehnologice	193	4.28	.932	0
Proiectarea în inginerie privește componentele unui produs	193	3.94	1.073	-0.06
Proiectarea în inginerie vizează întregul produs (dispozitiv, aparat, construcție, circuite etc.)	193	4.36	.818	0.18
Proiectarea în inginerie privește funcționarea unui produs/aparat	193	4.19	.982	0.02

*Datele prezentate în tabelul 6.2. n-au inclus calculul diferenței mediilor celor 14 respondenți care au indicat „altă situație” cu privire la ocupația lor (student sau profesor).

Tabelul 6.2. confirmă aceste tendințe prin medii ridicate (ex. $m = 4.42$ pentru utilizarea instrumentelor în tehnologie; $m = 4.36$ pentru proiectarea întregului produs). Diferențele între profesori și studenți sunt minime (aproape de 0), fără semnificație statistică.

Tabelul 6.3. Opinia respondenților cu referire la ocupațiile inginerului și tehnologului (%)

Item	N	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)
Un tehnolog/inginer trebuie să cunoască specificul proiectării în tehnologie/inginerie și să realizeze proiecte	193	0	1	9.3	89.6

Un tehnolog/inginer trebuie să identifice defecțiunile în funcționarea unor dispozitive	193	0	0	16.1	83.9
Un tehnolog/inginer trebuie să depaneze defecțiunile	193	.5	6.2	30.6	62.7
Un tehnolog/inginer trebuie să optimizeze funcționarea unui dispozitiv	193	0	2.6	21.2	76.2
Un tehnolog/inginer trebuie să realizeze machete/modele sau prototipuri	193	.5	3.1	24.9	71.5
Un tehnolog/inginer trebuie să utilizeze limbajul de specialitate	193	1.0	2.6	37.3	59.1
Un tehnolog/inginer trebuie să raționeze logic	193	.5	1.0	19.7	78.8
Un tehnolog/inginer trebuie să raționeze matematic și să utilizeze metode de calcul	193	.5	3.6	24.4	71.5
Un tehnolog/inginer trebuie să implementeze produsele proiectate	193	.5	1.0	21.8	76.7
Un tehnolog/inginer trebuie să investigheze/cerceteze probleme tehnice	193	.5	1.0	21.8	76.7

Tabelul 6.3. arată valorizarea foarte ridicată a competențelor ingineresti: 89.6% consideră esențială proiectarea, 83.9% identificarea defecțiunilor, iar 76-77% apreciază optimizarea, implementarea și investigarea.

6.6. Discuții

Rezultatele arată o aliniere parțială cu literatura de specialitate: tehnologia este percepută ca aplicativă, iar ingineria ca proces de proiectare și rezolvare de probleme. Totuși, relația dintre ele rămâne neclară conceptual.

Lipsa diferențelor între profesori și studenți sugerează că experiența didactică nu îmbunătățește semnificativ înțelegerea conceptuală. Totodată, există o valorizare ridicată a competențelor cognitive superioare, compatibilă cu educația STEM.

6.7. Implicații practice ale cercetării

Studiul evidențiază necesitatea reformării formării inițiale și continue a cadrelor didactice prin integrarea explicită a STEM. Este necesară utilizarea metodelor active, bazate pe investigație și proiecte.

De asemenea, se recomandă schimbarea curriculumului preșcolar și primar prin integrarea interdisciplinară STEM și conectarea învățării cu contexte reale.

6.8. Limitele studiului

Limitările includ eşantionul de conveniență, predominanța feminină, auto-raportarea prin chestionar și designul transversal. De asemenea, lipsa analizelor statistice avansate limitează interpretarea relațiilor complexe dintre variabile.

6.9. Direcții viitoare de cercetare

Se recomandă extinderea eşantioanelor, studii internaționale comparative, cercetări longitudinale și investigarea intervențiilor STEM. De asemenea, sunt necesare metode calitative pentru o înțelegere mai profundă a percepțiilor.

O direcție importantă este analiza relației dintre percepții și practicile didactice, precum și impactul asupra elevilor.

6.10. Concluzii generale ale cercetării

Studiul arată că profesorii și viitorii profesori au o înțelegere funcțională a tehnologiei și ingineriei, dar cu dificultăți de delimitare conceptuală. Nu există diferențe semnificative între profesori și studenți.

Competențele ingineresti sunt percepute ca foarte importante, iar imaginea generală este pozitivă. Se confirmă necesitatea clarificării conceptuale și a integrării STEM în formarea cadrelor didactice pentru o educație coerentă și modernă.

CAPITOLUL 7. CERCETARE PRIVIND IMPACTUL ÎNVĂȚĂRII BAZATE PE INVESTIGAȚIE ASUPRA CUNOȘTINȚELOR, ABILITĂȚILOR ȘTIINȚIFICE ȘI TEHNOLOGICE ALE ELEVILOR

7.1. Coordonatele generale ale cercetării

Cercetarea de față s-a realizat în două etape. Prima etapă a cercetării a implicat realizarea următoarelor demersuri:

- Investigarea modului în care cadrele didactice înțeleg și aplică modelul învățării bazate pe investigație în realizarea unor proiecte de activitate (124 cadre didactice profesori cu diferite specializări participanți la programele PIPP IF și PIPP Conversie, seriile 2019-2021, 2020-2022) - Studiul 1.
- Investigarea opiniei cadrelor didactice cu referire la modelul investigației ghidate operaționalizat.
- Revizuirea modelului, în baza observațiilor și sugestiilor primite din partea cadrelor didactice (92 respondenți) - Studiul 2.
- Investigarea opiniilor profesorilor și studenților privind rolul educației tehnologice și ingineresti în dezvoltarea competențelor de investigare, a gândirii critice și a interesului pentru știință și tehnologie (193 respondenți) - Studiul 3.
- Exemplificarea eșafodajului de activități care îi ajută pe profesorii de la clasele experimentale a III-a și a IV-a să desfășoare activitățile solicitate (explicându-le ce trebuie să facă și cum să le facă și oferindu-le mijloace desemnate pentru a realiza, structura sau simplifica acțiunile solicitate de utilizarea învățării bazate pe investigație la clasă).

A doua etapă a cercetării a vizat desfășurarea cercetării experimentale propriu-zise, având ca scop evaluarea impactului învățării bazate pe investigație asupra cunoștințelor, abilităților științifice și tehnologice ale elevilor, precum și asupra atitudinii acestora față de știință și tehnologie/inginerie. În cadrul acestei etape au fost realizate mai multe demersuri esențiale pentru desfășurarea cercetării experimentale. Astfel, a fost implementat modelul revizuit al învățării bazate pe investigație la clasele experimentale a III-a și a IV-a, concomitent cu organizarea lotului experimental și a lotului de control. Au fost aplicate teste inițiale și finale pentru evaluarea cunoștințelor și competențelor elevilor, precum și instrumente destinate investigării atitudinii acestora față de știință și tehnologie/inginerie. În paralel, au fost

monitorizate activitățile didactice și modul de utilizare a eșafodajului propus, pentru a asigura fidelitatea implementării intervenției. De asemenea, au fost colectate, prelucrate și interpretate datele obținute pe parcursul cercetării, iar ulterior s-a realizat o analiză comparativă a rezultatelor elevilor din grupul experimental și din grupul de control. Aceste demersuri au avut ca scop validarea eficienței modelului propus și fundamentarea concluziilor cercetării. Rezultatele cercetării experimentale includ mai multe dimensiuni relevante pentru înțelegerea impactului intervenției didactice. Acestea vizează, în primul rând, evidențierea rezultatelor obținute în cadrul experimentului, precum și analiza evoluției performanțelor elevilor pe parcursul procesului de învățare. De asemenea, sunt urmărite eventualele modificări ale atitudinii elevilor față de știință și tehnologie/inginerie, reflectând schimbările produse la nivel cognitiv și afectiv. Un alt aspect important îl constituie validarea modelului revizuit al învățării bazate pe investigație, prin raportare la datele colectate. În final, sunt formulate concluziile generale ale cercetării, împreună cu recomandări pentru optimizarea practicilor educaționale viitoare.

Investigarea opiniei cadrelor didactice cu referire la modelul investigației ghidate operaționalizat a constituit un demers important în procesul de validare și optimizare a modelului de învățare bazată pe investigație utilizat în cadrul intervenției formative. Această etapă a cercetării a urmărit identificarea modului în care profesorii înțeleg structura și funcționalitatea modelului, precum și măsura în care îl consideră util și aplicabil în activitatea didactică desfășurată la ciclul primar.

Cadrele didactice au apreciat modelul operaționalizat al învățării bazate pe investigație ca fiind un instrument util și aplicabil în activitatea didactică. Participanții au considerat că structura etapizată a ciclului investigației și întrebările-ghid asociate fiecărei etape facilitează organizarea activităților, orientarea elevilor și dezvoltarea unui demers didactic coerent. Profesorii au evidențiat rolul întrebărilor operaționalizate în stimularea curiozității, a gândirii critice și a formulării de ipoteze și explicații proprii.

Rezultatele au arătat că modelul contribuie la redefinirea rolului profesorului, acesta devenind facilitator al procesului de învățare și susținător al participării active a elevilor. De asemenea, eșafodajul metodologic integrat a fost considerat valoros pentru reducerea dificultăților întâlnite în organizarea activităților investigative și pentru sprijinirea elevilor în rezolvarea sarcinilor complexe.

Profesorii au observat un nivel crescut de implicare a elevilor în activitățile bazate pe investigație, precum și dezvoltarea competențelor de observare, analiză, formulare de ipoteze, interpretare a rezultatelor și comunicare a concluziilor. În același timp, au fost semnalate

dificultăți legate de timpul necesar desfășurării activităților, elaborarea materialelor didactice și adaptarea la ritmurile diferite de lucru ale elevilor.

Feed-backul primit a stat la baza revizuirii modelului, prin clarificarea unor etape, reformularea unor întrebări-ghid și dezvoltarea unor exemple suplimentare de activități. Rezultatele confirmă că modelul investigației ghidate operaționalizat reprezintă un instrument didactic relevant pentru dezvoltarea competențelor științifice și tehnologice și pentru promovarea unei învățări active și centrate pe elev.

Modelul inquiry utilizat în intervenția formativă

Operaționalizarea modelului se face prin indicarea întrebărilor necesare a fi formulate la nivelul fiecărei etape din desfășurarea ciclului investigației.

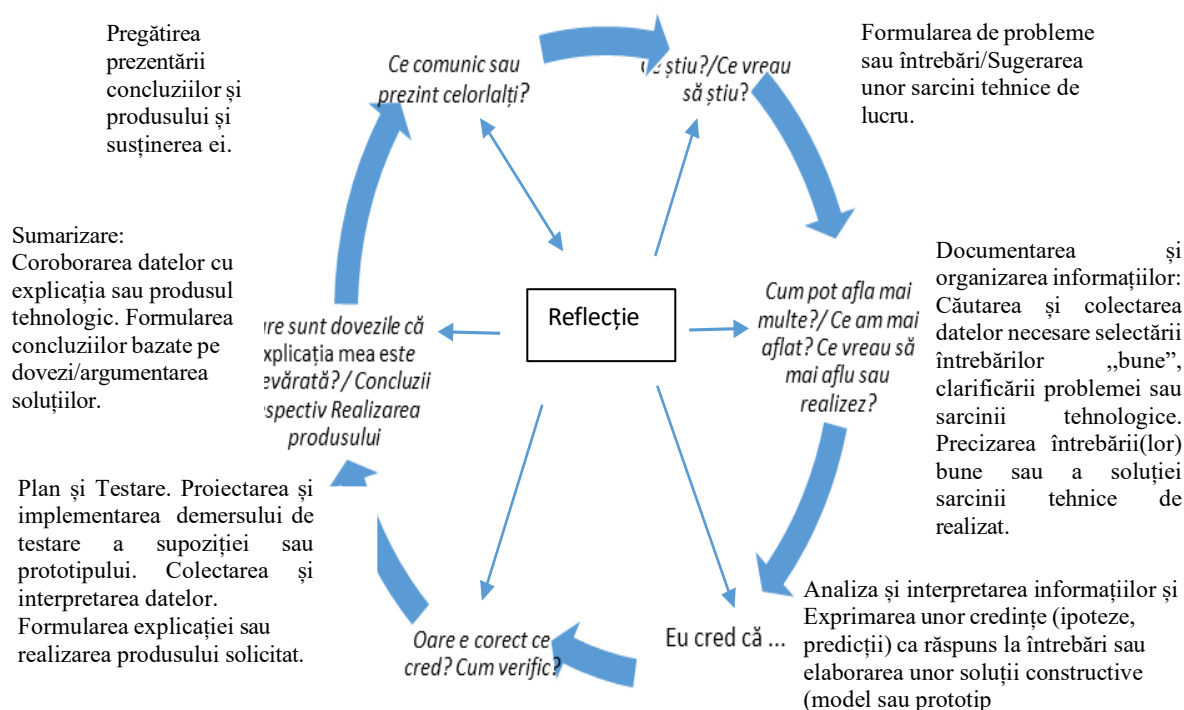


Figura 7.1. Modelul operațional al învățării bazate pe investigație

Ghidarea elevilor în contextul etapelor proiectului este explicitată în Figura 7.2.

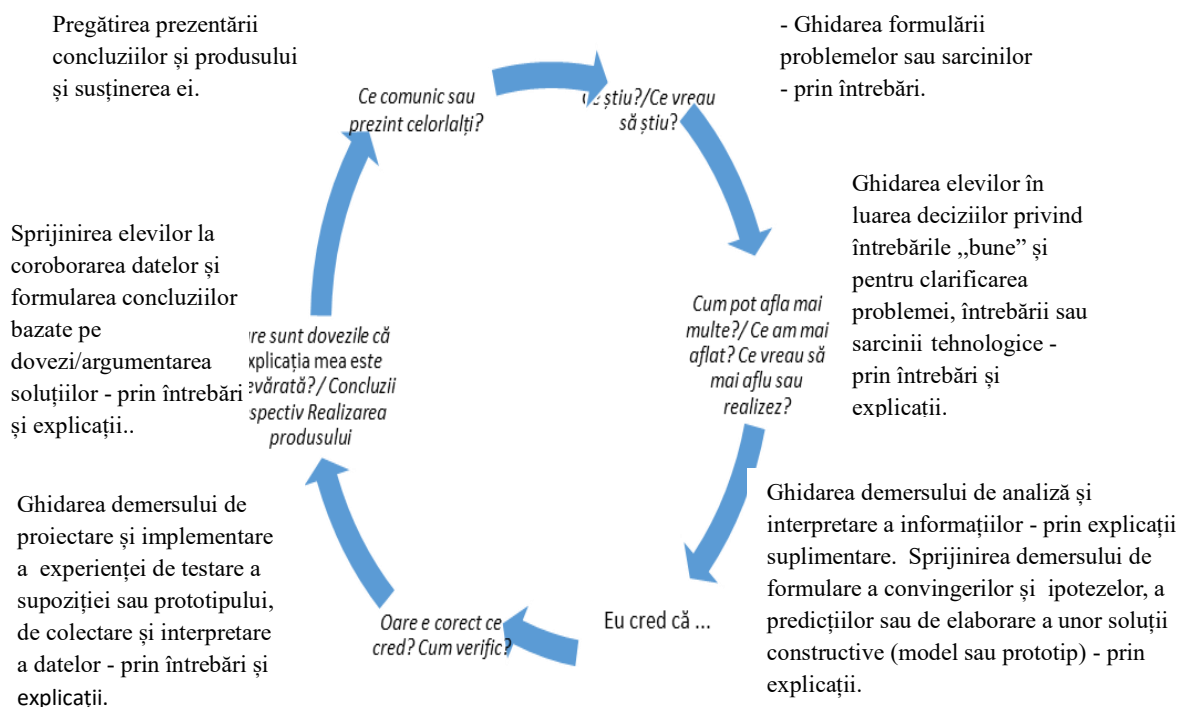


Figura 7.2. Ghidarea elevilor în realizarea investigației

Pentru construirea instrumentelor de evaluare a fost utilizată Taxonomia lui Bloom. Tabelul 7.1. exemplifică modul în care tema mijloacelor de transport pe și în apă poate fi abordată la nivelurile cognitive de reamintire, înțelegere, aplicare, analiză, sinteză și evaluare. Elevii sunt solicitați să enumere, să explice, să clasifice, să realizeze experimente, să formuleze ipoteze și să evalueze rezultatele propriilor activități.

Tabelul 7.2. oferă o exemplificare a modelului de investigație aplicat fenomenului plutirii corpurilor și funcționării submarinului. Activitatea urmărește explicarea plutirii vapoarelor și a modului în care submarinul își modifică poziția în apă prin utilizarea tancurilor de apă. Elevii formulează ipoteze, realizează experimente și construiesc prototipuri simple. Fișa experimentală privind simularea plutirii unui vapor utilizează foiță de staniol, monede și un vas cu apă, iar fișa tehnică privind funcționarea submarinului folosește paie, un recipient și un vas cu apă. Concluziile obținute evidențiază relația dintre forțele exercitate de apă asupra corpurilor și principiile de funcționare ale submarinului. Activitatea este preluată după Ciascai (2005).

Tabelele 7.3. și 7.4. ilustrează aplicarea modelului în studiul creșterii plantelor și al realizării fertilizanților naturali. În primul caz, elevii investighează rolul luminii, apei, aerului și temperaturii asupra dezvoltării plantelor utilizând opt ghivece observate timp de două săptămâni. În al doilea caz, sunt analizate efectele fertilizanților naturali obținuți din coji de banană, coji de ouă, zaț de cafea, urzică și cenușă asupra dezvoltării plantelor. Experimentul utilizează zece ghivece cu roșii observate timp de o lună și conduce la concluzia că plantele fertilizate se dezvoltă mai bine decât cele nefertilizate.

Modelul este aplicat și în activități tehnologice, precum construcția unui stetoscop, a unei piramide din cuburi de zahăr și a unei replici a Turnului Eiffel (Tabelele 7.5.-7.7.). Aceste activități permit elevilor să formuleze întrebări, să documenteze soluții, să realizeze prototipuri și să testeze funcționarea acestora. În cadrul activității dedicate piramidei este menționată piramida lui Djoser, cu o înălțime de 62 m, iar în cazul Turnului Eiffel sunt prezentate informații referitoare la înălțimea sa de 324 m și la forma sa piramidală.

Tabelul 7.8. prezintă un instrument de structurare a achizițiilor elevilor prin analiza modelului Turnului Eiffel din perspectiva disciplinelor STEM. Sunt integrate concepte din domeniul științelor, tehnologiei, ingineriei și matematicii, precum echilibrul corpurilor, rezistența materialelor, proiectarea sistemelor și măsurarea dimensiunilor geometrice. Sunt menționate contribuțiile inginerului Pănculescu la eficientizarea construcției turnului prin utilizarea componentelor prefabricate. Totodată, sunt păstrate datele referitoare la dimensiunea Turnului Eiffel (300 m), cele 1710 scări și masa de aproximativ 100 de tone. Modelul este inspirat din lucrarea lui Makya și Rogers (2003).

În baza acestor considerente, testele aplicate elevilor au urmărit evaluarea competențelor de investigare specifice învățării bazate pe investigație. Au fost analizate abilitățile de formulare a întrebărilor de cercetare și a sarcinilor tehnice, documentarea, formularea ipotezelor și predicțiilor, proiectarea experimentelor și a prototipurilor, realizarea acestora, colectarea și interpretarea datelor, formularea concluziilor bazate pe dovezi, realizarea produselor tehnologice și raportarea rezultatelor. Aceste competențe reprezintă indicatorii utilizați pentru evaluarea impactului modelului asupra dezvoltării cunoștințelor și abilităților științifice și tehnologice ale elevilor.

7.2. Scopul, obiectivele și întrebările cercetării experimentale

Scopul cercetării a fost acela de a evalua impactul activităților bazate pe investigație asupra

abilităților științifice și tehnice a elevilor din clasele a III-a și a IV-a.

Obiectivele cercetării:

Implementarea programului de instruire bazat pe activități de investigație ghidată de profesor la disciplinele Științe ale naturii și, atunci când e posibil, la Arte și activități practice.

Determinarea măsurii în care, prin parcurgerea programului de investigație ghidată de profesor elevii din clasele a III-a și a IV-a își pot îmbunătăți cunoștințele și abilitățile științifice și tehnologice și totodată își dezvoltă atitudini specifice.

Evaluarea programului de intervenție formativă și analiza aplicabilității sistemului de activități bazate pe investigație ghidată de profesor în școli.

Variabila independentă este reprezentată de programul de intervenție cu trei componente:

- activități de investigație, ghidate de profesor, care vizează studiul unor teme sau fenomene (AIGS); ex. studiul fierberii apei
- activități de investigație, ghidate de profesor, care vizează realizarea unor sarcini preponderent tehnologice (AIGT); ex. realizarea unei bărci cu zbat
- activități investigative, ghidate de profesor, care vizează studiul interdisciplinar (științe și tehnologie) (AIGI). Ex. studiul compunerii optice a culorilor cu discul lui Newton rotit cu ajutorul unui titirez

Variabila dependentă este performanța școlară definită operațional cu ajutorul a trei indicatori:

D1 - nivelul abilității științifice și tehnologice implicate într-o investigație;

D2 - nivelul abilității tehnice;

D3 - nivel de cunoștințe;

Tabelul 7.9. Operaționalizarea variabilei dependente și indicatorii măsurabili

Dimensiunile variabilei dependente	Indicatori măsurabili	Criterii de evaluare/Tipuri de itemi
Nivelul abilității științifice	Formulează întrebări de cercetare Formulează ipoteze și/sau predicții Proiectează experimentul de testare a ipotezei Procesează/colectează și Interpretează datele obținute Formulează concluzii	Formulează/apreciază (corect-greșit) întrebări de cercetare Formulează (apreciază adevărat-fals/corect-greșit) ipoteze și/sau predicții Proiectează /analizează (corect-greșit, complet-

		incomplet) un experiment de testare a ipotezei Procesează/colectează și Interpretează datele obținute (susțin sau nu ipoteza) Formulează concluzii (argumente cu privire la validitatea ipotezei) (adevărat-fals)
Nivelul abilității tehnice	Formulează sarcini tehnice (profesorul) Proiectează un prototip (montaj/dispozitiv de încercare) Realizează prototipul Realizează produsul (montajul/dispozitiv)	Formulează (corect/greșit) sarcini tehnice Proiectează corect/greșit un prototip Realizează corect/greșit prototipul Realizează corect/greșit produsul
Nivelul de cunoștințe	Nivelele taxonomice: <i>reamintire, înțelegere, aplicare, analiză, evaluare, creație</i>	Itemi obiectivi, itemi de explicare, rezolvare de sarcini, identificare relații, judecăți de valoare, elaborare de răspunsuri

7.3. Ipotezele cercetării

Ipoteza 1. Elevii la care se aplică programul de intervenție formativă bazat pe învățarea prin experimente și utilizarea fișei tehnice vor avea un nivel mai ridicat de cunoștințe științifice și tehnice decât colegii lor din grupul de control.

Criteriile în baza cărora apreciem nivelul cunoștințelor: nivelul taxonomic

Ipoteza 2. Elevii la care se aplică programul de intervenție formativă bazat pe învățarea prin experimente și utilizarea fișelor tehnice vor avea abilități științifice de nivel mai înalt decât colegii lor din grupul de control.

Criteriul: *corectitudinea procedurii*, ex: să formuleze întrebări de cercetare, să formuleze ipoteze/asumpții (dacă - atunci), să proiecteze testarea ipotezei, să realizeze testarea, să interpreteze rezultatul.

Ipoteza 3. Elevii la care se aplică programul de intervenție formativă bazat pe învățarea prin experimente și utilizarea fișei tehnice vor avea abilități tehnice de nivel mai înalt decât colegii lor din grupul de control.

Criterii: să proiecteze un dispozitiv/montaj, să selecteze materiale potrivite, să utilizeze tehnicile de lucru, să realizeze dispozitivul/montajul

7.4. Metodologia cercetării

Cercetarea a fost realizată pe baza unui design experimental, care a permis analizarea impactului unui program de intervenție didactică asupra performanțelor elevilor din învățământul primar. Variabila independentă a fost reprezentată de programul de intervenție bazat pe activități de investigație ghidată de profesor, iar variabila dependentă a fost performanța școlară, evaluată prin nivelul cunoștințelor, al abilităților științifice și al abilităților tehnologice. Studiul a inclus un grup experimental, care a beneficiat de intervenția propusă, și un grup de control, care a urmat activitățile didactice tradiționale. Compararea rezultatelor obținute la evaluările inițiale și finale a permis evidențierea efectelor programului de intervenție asupra dezvoltării competențelor elevilor.

7.4.1. Prezentarea și descrierea grupului țintă

Cercetarea experimentală s-a desfășurat în anii școlari 2022-2023 și 2023-2024 și a implicat elevi din clasele a III-a și a IV-a din mai multe unități școlare din județul Sălaj. Grupul experimental a fost format din 225 de elevi, dintre care 139 de elevi de clasa a III-a și 86 de elevi de clasa a IV-a, coordonați de 10 cadre didactice. Activitățile s-au desfășurat în cinci școli: Școala Gimnazială „Mihai Eminescu” Zalău, Liceul cu Program Sportiv „Avram Iancu” Zalău, Liceul Ortodox „Sf. Nicolae” Zalău, Școala Gimnazială „Porolissum” Zalău și Școala Gimnazială „Lucian Blaga” Jibou.

Grupul de control a cuprins 240 de elevi, dintre care 159 de elevi de clasa a III-a și 81 de elevi de clasa a IV-a, coordonați de 11 cadre didactice. Aceștia proveneau din patru unități școlare din județul Sălaj și au parcurs activitățile didactice conform practicilor obișnuite de predare.

7.4.2. Desfășurarea în timp și spațiu a cercetării experimentale

Activitatea experimentală s-a desfășurat pe parcursul a doi ani școlari, în mai multe unități de învățământ din județul Sălaj. În școlile incluse în grupul experimental, profesorii coordonatori au aplicat programul de intervenție elaborat în cadrul cercetării, iar implementarea activităților a fost monitorizată atât de cadrele didactice implicate, cât și de autorul cercetării. Această organizare a asigurat desfășurarea unitară a intervenției și respectarea etapelor prevăzute în program.

7.4.3. Procedura

Procedura cercetării a inclus trei etape principale: evaluarea inițială, implementarea intervenției și evaluarea finală. În etapa inițială au fost aplicate teste de cunoștințe, teste de abilități științifice și tehnologice, precum și chestionare privind atitudinea față de știință și tehnologie. Aceste instrumente au permis identificarea nivelului de pregătire al elevilor înaintea intervenției.

În cadrul grupului experimental, activitățile au fost realizate prin utilizarea sistematică a fișelor de investigație și a fișelor tehnice. Elevii au fost implicați activ în formularea întrebărilor de cercetare, elaborarea ipotezelor, realizarea experimentelor, interpretarea rezultatelor și formularea concluziilor. Totodată, au proiectat și realizat produse practice, dezvoltându-și competențele tehnologice și creativitatea. În schimb, elevii din grupul de control au urmat un parcurs didactic tradițional, bazat în principal pe activitățile prevăzute în manualele școlare și pe experimente demonstrative realizate de profesor.

La finalul perioadei de intervenție au fost aplicate teste similare celor inițiale, pentru a evalua progresul elevilor și pentru a compara rezultatele celor două grupuri.

7.4.4. Colectarea și prelucrarea datelor

Datele au fost colectate prin intermediul testelor de cunoștințe, al testelor de abilități științifice și tehnologice și al chestionarelor de atitudine. Rezultatele au fost evaluate pe baza unor descriptori de performanță care au permis aprecierea obiectivă a nivelului atins de fiecare elev.

Datele obținute au fost centralizate și prelucrate statistic cu ajutorul programului IBM SPSS Statistics 20.0. Analiza statistică a urmărit compararea rezultatelor inițiale și finale, precum și identificarea diferențelor dintre grupul experimental și grupul de control, în vederea evaluării eficienței programului de intervenție.

7.4.5. Instrumentul de cercetare

Instrumentele utilizate în cercetare au fost reprezentate de teste de cunoștințe, teste de abilități științifice și teste de cunoștințe și abilități tehnologice. Acestea au fost elaborate în conformitate cu programa școlară și au fost aplicate atât în etapa de pretestare, cât și în cea de posttestare. Elevii au avut la dispoziție 50 de minute pentru rezolvarea testelor.

Testul de cunoștințe a inclus 5 itemi, iar testele de abilități științifice și tehnologice au inclus câte 6 itemi. Itemii au evaluat diferite niveluri cognitive, de la înțelegere și aplicare până la

analiză și argumentare, în concordanță cu Taxonomia lui Bloom. Evaluarea răspunsurilor s-a realizat pe baza descriptorilor de performanță organizați pe patru niveluri: foarte bine, bine, suficient și insuficient.

7.4.6. Validarea instrumentului de cercetare

Pentru verificarea fidelității instrumentelor s-a utilizat coeficientul Cronbach Alpha. Valorile obținute au fost $\alpha = 0.419$ pentru testul de cunoștințe, $\alpha = 0.624$ pentru testul de abilități științifice și $\alpha = 0.530$ pentru testul de cunoștințe și abilități tehnologice. Aceste rezultate indică o consistență internă acceptabilă, în special pentru testul de abilități științifice.

Validitatea constructului a fost verificată prin analiza factorială. Primul factor a explicat 38.2% din varianță pentru testul de cunoștințe, 44.7% pentru testul de abilități științifice și 41.3% pentru testul tehnologic. Valorile KMO au fost de 0.58, 0.64 și 0.60, iar testul Bartlett a fost semnificativ statistic ($p < 0.05$) pentru toate instrumentele. Răspunsurile elevilor au fost codificate pe o scală de la 1 la 4, corespunzătoare calificativelor de la „Insuficient” la „Foarte bine”. Rezultatele obținute confirmă faptul că instrumentele utilizate sunt adecvate pentru evaluarea obiectivelor cercetării și pentru analiza impactului programului de intervenție.

7.5. Rezultate

Rezultatele primei ipoteze: dezvoltarea cunoștințelor științifice și tehnice

Prima ipoteză a cercetării a urmărit verificarea efectului programului formativ bazat pe învățarea prin experimente și utilizarea fișei tehnice asupra nivelului cunoștințelor științifice și tehnice ale elevilor. Analiza statistică a evidențiat faptul că cele două grupuri au pornit de la niveluri similare de cunoștințe, fără diferențe semnificative statistic la pretest ($t(463) = -0.418$, $p = 0.676$).

Tabelul 7.13. Statistică descriptivă pentru rezultatele la testele de cunoștințe științifice ale grupului experimental

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean/ Medie	Std. Deviation Abatere standard	Skewness Indice de asimetrie		Kurtosis Indice de aplatizare	
Cunoștințe inițial	225	15	5	20	14.51	2.161	-.755	.162	2.133	.323

Cunoștințe final	225	11	9	20	16.47	2.079	-.870	.162	.941	.323
Valid N (listwise)	225									

În grupul experimental, media scorurilor a crescut de la 14.51 puncte la testarea inițială la 16.47 puncte la testarea finală, în timp ce în grupul de control media a crescut de la 14.60 la 15.74 puncte. Diferența dintre grupuri la posttest a fost semnificativă statistic ($t(463) = 3.832$, $p = .001$), indicând un nivel superior al cunoștințelor în grupul experimental.

Analizele intra-grup au evidențiat progrese semnificative în ambele grupuri, însă amplitudinea progresului a fost mai mare în grupul experimental ($t(224) = -10.944$, $p < .001$) comparativ cu grupul de control ($t(239) = -6.618$, $p < .001$). Mărimea efectului a fost moderat-ridică în grupul experimental ($d = 0.73$) și redusă spre moderată în grupul de control ($d = 0.43$). De asemenea, s-a identificat o corelație pozitivă semnificativă între pretest și posttest ($r = .198$, $p = .003$). Rezultatele confirmă prima ipoteză și demonstrează eficiența programului formativ în dezvoltarea cunoștințelor științifice și tehnice.

Rezultatele celei de-a doua ipoteze: dezvoltarea abilităților științifice

A doua ipoteză a vizat influența programului de intervenție asupra dezvoltării abilităților științifice ale elevilor. La testarea inițială, cele două grupuri au înregistrat rezultate apropiate ($M_{\text{experimental}} = 16.18$; $M_{\text{control}} = 15.53$), fără diferențe semnificative statistic.

Tabelul 7.17. Statistică descriptivă pentru rezultatele la testele finale de abilități științifice ale grupului experimental și de control

Grup	Min	Max	Medie	Abatere standard
Experimental	9	24	18.42	2.867
Control	9	22	16.34	2.770

După implementarea programului, grupul experimental a obținut o medie de 18.42 puncte, comparativ cu 16.34 puncte în grupul de control. Diferența dintre grupuri s-a dovedit semnificativă statistic ($t(463) = 7.941$, $p < .001$), ceea ce indică un efect pozitiv al intervenției asupra dezvoltării competențelor de investigare și analiză.

Comparațiile între pretest și posttest au evidențiat progrese semnificative în ambele grupuri, însă cu o mărime a efectului considerabil mai mare în grupul experimental ($d = 0.80$ - efect mare) decât în grupul de control ($d = 0.35$ - efect redus spre moderat). Totodată, scorurile la pretest și posttest s-au corelat pozitiv și semnificativ ($r = .187$, $p = .005$). Aceste rezultate confirmă cea de-a doua ipoteză și susțin rolul activităților de investigație în dezvoltarea abilităților științifice.

Rezultatele celei de-a treia ipoteze: dezvoltarea cunoștințelor și abilităților tehnologice

Cea de-a treia ipoteză a urmărit impactul programului asupra dezvoltării competențelor tehnologice. Rezultatele inițiale au indicat niveluri comparabile între cele două grupuri ($M_{\text{experimental}} = 15.25$; $M_{\text{control}} = 14.92$).

Tabelul 7.19. Statistica descriptivă pentru rezultatele la testele inițiale de cunoștințe și abilități tehnologice ale grupului experimental

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean/ Medie	Std. Deviation Abatere standard	Skewness Indice de asimetrie		Kurtosis Indice de aplatizare	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
Tehnologie inițial	225	14	8	22	15.25	2.850	-.043	.162	-.605	.323
Tehnologie final	225	13	10	23	18.51	2.155	-.682	.162	.449	.323
Valid N (listwise)	225									

La testarea finală, grupul experimental a înregistrat o creștere semnificativă a performanței, atingând media de 18.51 puncte, în timp ce grupul de control a obținut o medie de 17.10 puncte. Analiza statistică a evidențiat progrese semnificative în ambele grupuri, însă mult mai accentuate în grupul experimental ($t(224) = -15.900$, $p < .001$) decât în grupul de control ($t(239) = -12.698$, $p < .001$).

Mărimea efectului a fost foarte ridicată în grupul experimental ($d = 1.06$), comparativ cu grupul de control ($d = 0.82$), ceea ce indică un impact puternic al activităților practice și experimentale asupra dezvoltării competențelor tehnologice. Corelația dintre pretest și posttest a

fost pozitivă și semnificativă statistic ($r = .268$, $p < .001$). Rezultatele confirmă cea de-a treia ipoteză și evidențiază eficiența strategiilor bazate pe experiment și aplicare practică.

Rezultatele fișelor de investigație

Analiza celor 10 fișe de investigație aplicate grupului experimental a evidențiat o evoluție general pozitivă a performanțelor elevilor. Mediile au crescut de la 20.91 puncte la prima fișă la valori de peste 22 puncte în etapele intermediare, menținându-se relativ stabile până la final.

Corelațiile dintre fișele succesive au fost toate pozitive și semnificative statistic, variind între $r = .174$ și $r = .542$, ceea ce indică stabilitatea performanțelor elevilor în timp. Testele t pentru eșantioane perechi au arătat că doar diferența dintre Fișa 1 și Fișa 2 a fost semnificativă statistic ($t(224) = -2.583$, $p = .010$), celelalte comparații evidențiind stabilizarea progresului.

Analiza ANOVA cu măsurători repetate a evidențiat un efect semnificativ al timpului asupra performanței ($F = 4.43$, $p < .001$) și o interacțiune semnificativă între timp și clasă ($F = 25.49$, $p < .001$), ceea ce arată că elevii din clasele a III-a și a IV-a au avut traiectorii diferite de progres. În schimb, genul nu a influențat semnificativ evoluția performanței ($p = .286$).

Rezultatele fișei tehnice

Analiza fișelor tehnice a fost realizată pe un eșantion de 225 elevi, dintre care 139 din clasa a III-a și 86 din clasa a IV-a. Rezultatele au evidențiat diferențe inițiale între clase, elevii din clasa a IV-a obținând scoruri mai ridicate la prima evaluare ($M = 24.66$) comparativ cu cei din clasa a III-a ($M = 22.15$).

Pe parcursul celor trei evaluări succesive s-a observat o tendință de apropiere a performanțelor celor două clase. Analiza multivariată a confirmat existența unui efect semnificativ al timpului asupra rezultatelor (Pillai's Trace = .040, $F = 4.541$, $p = .012$) și a unei interacțiuni semnificative timp $\times$ clasă (Pillai's Trace = .096, $F = 11.661$, $p < .001$). Nu au fost identificate efecte semnificative ale genului asupra evoluției performanțelor ($p = .949$). Analiza efectelor între subiecți a evidențiat un efect semnificativ al clasei ($F(1.221) = 41.56$, $p < .001$), dar nu și al genului ($F(1.221) = 1.80$, $p = .182$).

7.6. Discuții

Rezultatele arată că programul bazat pe învățarea prin investigație și utilizarea fișelor tehnice a îmbunătățit semnificativ cunoștințele și abilitățile elevilor, efectele fiind mai puternice

în grupul experimental decât în grupul de control. Progresul a fost gradual și constant, iar analiza statistică confirmă influența pozitivă a intervenției. Nu s-au identificat diferențe relevante între fete și băieți, ceea ce sugerează caracterul echitabil al programului.

7.7. Limite ale cercetării

Principalele limite ale studiului sunt utilizarea unui design quasi-experimental fără repartizare aleatorie a participanților, folosirea unor instrumente de evaluare create special pentru cercetare și imposibilitatea evaluării efectelor pe termen lung. De asemenea, anumiți factori externi, precum motivația elevilor sau stilul de predare al profesorului, nu au fost controlați complet.

7.8. Direcții viitoare de cercetare

Cercetările viitoare ar trebui să includă eșantioane mai mari și grupuri randomizate, să analizeze menținerea efectelor în timp și să investigheze rolul unor factori precum motivația, autoeficacitatea și stilurile de învățare. De asemenea, utilizarea metodelor calitative ar putea oferi o perspectivă mai profundă asupra experiențelor elevilor.

7.9. Implicații practice

Rezultatele susțin utilizarea învățării prin investigație și a fișelor tehnice în predarea științelor și tehnologiei la nivel primar. Aceste metode contribuie la dezvoltarea cunoștințelor, a competențelor practice și a gândirii aplicate, fiind eficiente și incluzive pentru toți elevii. Organizarea progresivă a activităților de învățare favorizează consolidarea rezultatelor.

7.10. Concluzii

Studiul confirmă că programul formativ bazat pe învățarea prin investigație și utilizarea fișelor tehnice are un impact pozitiv asupra performanțelor elevilor. Grupul experimental a înregistrat progrese mai mari decât grupul de control, iar rezultatele evidențiază eficiența metodelor didactice active și necesitatea integrării acestora în predarea științelor în învățământul primar.

CAPITOLUL 8. CERCETARE PRIVIND ATITUDINEA ELEVILOR FAȚĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE/INGINERIE

8.1. Scopul cercetării

Scopul cercetării a fost investigarea impactului programului de intervenție formativă bazat pe învățarea prin experimente și utilizarea fișelor tehnice asupra atitudinilor elevilor din ciclul primar față de știință și tehnologie. Cercetarea a urmărit identificarea modului în care activitățile experimentale influențează interesul, motivația și percepțiile elevilor privind disciplina Științe și domeniul științific în general.

8.2. Obiectivele cercetării

Cercetarea a avut ca obiective evaluarea atitudinilor elevilor față de disciplina Științe și față de știință în general, compararea rezultatelor obținute de elevii din grupul experimental și grupul de control, analiza relației dintre atitudini și performanțele școlare, precum și investigarea efectelor activităților experimentale și ale utilizării fișelor tehnice asupra interesului și motivației elevilor pentru învățarea științelor.

8.3. Ipoteza cercetării

Ipoteza cercetării presupune faptul că elevii incluși în programul de intervenție formativă, bazat pe învățarea prin experimente și utilizarea fișei tehnice, vor manifesta o atitudine pozitivă la un nivel superior față de știință și tehnologie comparativ cu elevii din grupul de control.

8.4. Metodologia cercetării

Cercetarea a avut un caracter cantitativ, experimental, fiind realizată prin utilizarea unui grup experimental și a unui grup de control. Studiul s-a desfășurat în două etape, în perioadele martie-mai 2023 și februarie-iunie 2024.

8.4.1. Participanți

Eșantionul cercetării a inclus 465 de elevi din clasele a III-a și a IV-a, dintre care 53.55% au fost băieți și 46.45% fete. Majoritatea elevilor incluși în cercetare au fost elevi de clasa a III-a

(64.09%), în timp ce 35.91% au fost elevi de clasa a IV-a. Participanții au provenit din mai multe instituții de învățământ: Școala Gimnazială „Mihai Eminescu” Zalău, Școala Gimnazială „Porolissum” Zalău, Liceul cu Program Sportiv „Avram Iancu” Zalău, Liceul Ortodox „Sf. Nicolae” Zalău, Școala Gimnazială „Lucian Blaga” Jibou și Școala Gimnazială „Simion Bărnuțiu” Zalău. Cei mai mulți elevi implicați în cercetare provin de la Școala Gimnazială „Mihai Eminescu” Zalău.

8.4.2. Procedura

Programul de intervenție educațională a fost implementat în cadrul activităților desfășurate la disciplina Științe. Aplicarea chestionarelor s-a realizat în mediul școlar, în condiții controlate, pentru asigurarea unei înțelegeri corecte a itemilor și completarea adecvată a răspunsurilor.

8.4.3. Instrumentul de cercetare

Au fost utilizate două chestionare: Chestionarul de atitudine la disciplina Științe și Chestionarul de atitudini științifice. În etapa preliminară, 21 de cadre didactice au evaluat utilitatea instrumentelor: 11 profesori au preferat primul chestionar; 10 profesori au susținut utilizarea celui de-al doilea.

Chestionarul de atitudine la disciplina Științe cuprinde 25 de itemi, formulați sub formă de afirmații, a fost construit utilizând o scală Likert în cinci trepte și a înregistrat o fidelitate bună (Cronbach Alpha $\alpha = 0.807$). Chestionarul de atitudini științifice, adaptat după proiectul EpiSTEMe, conține 25 de itemi organizați pe cinci dimensiuni și a obținut o consistență internă acceptabilă ($\alpha = 0.703$). Valorile coeficientului Alpha pentru subscale au fost: percepția profesorului de științe ($\alpha = 0.543$), anxietate față de științe ($\alpha = 0.714$), valoarea științei în societate ($\alpha = 0.649$), autoconcepția despre știință ($\alpha = 0.648$) și dorința de a face știință ($\alpha = 0.813$).

8.5. Rezultate

Chestionarul de atitudine la disciplina Științe

Elevii din grupul experimental au obținut un scor mediu de 89.93 puncte (SD = 13.075), comparativ cu 88.17 puncte (SD = 11.161) în grupul de control. Diferența de 1.76 puncte indică o tendință favorabilă grupului experimental.

Tabelul 8.10. Rezultatele testului t pentru eșantioane independente privind atitudinea față de disciplina Științe

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Chestionar de atitudine la disciplina Științe	Equal variance assumed	1.478	.225	1.563	463	.119	1.758	1.125	-.453	3.969
	Equal variance not assumed			1.555	441.468	.121	1.758	1.131	-.464	3.981
Clasa experiment ală										

Analiza statistică prin testul t pentru eșantioane independente (Tabelul 8.10) a evidențiat omogenitatea varianțelor (Levene $F = 1.478$; $p = 0.225$). Rezultatul testului t ($t = 1.563$; $df = 463$; $p = 0.119$) a arătat că diferența dintre grupuri nu este semnificativă statistic. Intervalul de încredere de 95% $[-0.453; 3.969]$ include valoarea zero, ceea ce confirmă faptul că diferențele observate pot fi explicate prin variații normale ale scorurilor.

Analiza corelațiilor a evidențiat o relație moderată și semnificativă între cele două chestionare de atitudine. În grupul experimental, coeficientul Pearson a fost $r = 0.435$ ($p = 0.000$), iar în grupul de control $r = 0.450$ ($p = 0.000$). Valorile coeficientului Spearman ($r = 0.440$ - 0.478 ; $p = 0.000$) confirmă această relație.

Corelațiile dintre atitudinea față de disciplina Științe și performanțele elevilor au fost reduse. În grupul experimental, coeficienții au variat între $r = -0.004$ și $r = 0.213$, iar în grupul de control între $r = -0.059$ și $r = 0.068$. Majoritatea valorilor p au fost mai mari de 0.05, indicând lipsa unor relații semnificative statistic.

Rezultatele susțin doar parțial ipoteza cercetării, deoarece grupul experimental a obținut scoruri medii mai mari, însă diferențele nu au fost semnificative statistic.

Chestionarul de atitudini științifice

Elevii din grupul experimental au obținut un scor mediu de 86.86 puncte ($SD = 10.179$), iar cei din grupul de control un scor mediu de 86.22 puncte ($SD = 9.856$). Diferența dintre grupuri a fost de numai 0.64 puncte.

Rezultatele testului t au arătat că varianțele sunt omogene (Levene $F = 0.885$; $p = 0.347$), iar diferența dintre grupuri nu este semnificativă statistic ($t = 0.690$; $df = 463$; $p = 0.491$). Intervalul de încredere de 95% $[-1.185; 2.467]$ include valoarea zero.

Analiza subscalelor a evidențiat rezultate similare între grupuri. Pentru percepția profesorului de științe, mediile au fost 12.59 și 12.55 ($t = 0.191$; $p = 0.849$). La anxietatea față de științe, grupul experimental a înregistrat o medie ușor mai mică (9.56 față de 9.78), însă diferența nu a fost semnificativă ($t = -0.577$; $p = 0.564$). Pentru valoarea științei în societate, mediile au fost aproape identice (20.33 și 20.32; $p = 0.978$). În ceea ce privește autoconcepția despre știință, mediile au fost 18.67 și 18.52 ($p = 0.688$), iar pentru dorința de a face știință 25.71 și 25.05 ($p = 0.210$).

Corelațiile dintre cele două chestionare au fost moderate și semnificative statistic atât în grupul experimental ($r = 0.435$; $p = 0.000$) (Tabelul 8.18), cât și în grupul de control ($r = 0.450$; $p = 0.000$) (Tabelul 8.19). În schimb, relațiile dintre atitudini și performanțele școlare au fost slabe, cu valori ale coeficienților cuprinse între $r = 0.095$ și $r = 0.156$ în grupul experimental și apropiate de zero în grupul de control. Rezultatele susțin parțial ipoteza cercetării. Deși grupul experimental a obținut scoruri ușor mai ridicate la majoritatea dimensiunilor analizate, diferențele nu au fost semnificative statistic.

Interpretare comparativă generală

Ambele chestionare au evidențiat diferențe nesemnificative statistic între grupul experimental și grupul de control. Totuși, mediile au fost constant mai ridicate în grupul experimental. Corelațiile moderate dintre cele două instrumente ($r = 0.435-0.450$; $p < 0.001$) confirmă coerența constructelor măsurate și relația dintre atitudinea generală față de știință și atitudinea față de disciplina școlară.

8.6. Discuții

Rezultatele indică existența unei percepții generale pozitive față de știință în ambele grupuri. Deși mediile au fost constant mai mari în grupul experimental (86.86 vs. 86.22 și 89.93

vs. 88.17), diferențele nu au fost semnificative statistic ($p > 0.05$). Corelațiile moderate și semnificative dintre cele două chestionare ($r \approx 0.43-0.45$; $p < 0.001$) demonstrează coerența atitudinilor elevilor față de știință și disciplina Științe.

8.7. Limite ale cercetării

Principalele limite ale studiului sunt utilizarea instrumentelor de auto-raportare, limitarea eșantionului la un anumit context educațional, sensibilitatea redusă a instrumentelor la schimbările pe termen scurt și valorile moderate ale coeficienților Cronbach Alpha ($\alpha \approx 0.70-0.80$).

8.8. Direcții viitoare de cercetare

Se recomandă extinderea duratei intervențiilor educaționale, combinarea metodelor cantitative cu metode calitative, îmbunătățirea instrumentelor de măsurare și analiza influenței altor variabile precum stilul de predare, climatul clasei sau implicarea familiei. De asemenea, sunt necesare studii comparative între diferite metode didactice.

8.9. Concluzii asupra dimensiunii atitudinale

Elevii din ambele grupuri manifestă atitudini pozitive față de știință și disciplina Științe. Există o tendință favorabilă grupului experimental, însă aceasta nu este semnificativă statistic. Cele două instrumente utilizate sunt convergente și validează evaluarea atitudinilor elevilor. Rezultatele sugerează că atitudinile sunt relativ stabile și necesită intervenții educaționale de durată mai mare pentru a se modifica semnificativ. Intervenția bazată pe experimente și fișe tehnice pare să influențeze pozitiv interesul și motivația elevilor, însă efectele asupra dimensiunii afective sunt mai subtile decât cele observate la nivel cognitiv.

CAPITOLUL 9. CONCLUZII

9.1. Concluzii generale și discuții

Rezultatele cercetării evidențiază o înțelegere predominant favorabilă a abordărilor pedagogice moderne, precum învățarea prin investigație (inquiry-based learning) și instruirea diferențiată, în rândul viitorilor profesori și al cadrelor didactice din învățământul preșcolar și primar. Totuși, această înțelegere se situează în principal la nivel declarativ și conceptual, în timp ce transpunerea în practica educațională este adesea fragmentată, inegală și insuficient integrată.

Analiza ciclului inquiry evidențiază un tipar relativ constant al performanței, caracterizat prin rezultate mai bune în etapele inițiale (formularea întrebărilor, documentare) și finale (comunicare, reflecție), în timp ce etapele centrale, în special formularea ipotezelor și integrarea acestora în testare, generează dificultăți semnificative. Acest model sugerează o înțelegere liniară a demersului investigativ, în care etapele sunt percepute ca secvențe independente, și nu ca un proces integrat și interdependent. Deși relațiile logice sunt implicite în structura modelului inquiry, acestea necesită exersare sistematică pentru a putea fi integrate coerent în procesul investigativ. În acest sens, un training cu durată mai mare ar putea facilita consolidarea conexiunilor logice dintre etape și dezvoltarea flexibilității cognitive necesare aplicării lor în contexte variate.

În ceea ce privește practica didactică, se constată o discrepanță între discursul pedagogic contemporan și implementarea sa efectivă la clasă. Deși cadrele didactice declară utilizarea frecventă a strategiilor active, a diferențierii și a învățării centrate pe elev, aplicarea acestora este predominant orientată către sarcini de complexitate redusă sau medie. Activitățile care presupun analiză, investigare autonomă și validarea rezultatelor sunt mai puțin utilizate, inclusiv în cazul activităților adaptate pentru elevii cu cerințe educaționale speciale.

În domeniul STEM, percepțiile participanților sunt în general coerente, tehnologia fiind asociată cu aplicarea practică a cunoștințelor, iar ingineria cu procesele de proiectare și rezolvare de probleme. Cu toate acestea, se observă unele ambiguități conceptuale în delimitarea dintre cele două domenii, în special în raportul dintre procese și produse, ceea ce indică necesitatea unei clarificări mai riguroase în formarea inițială a cadrelor didactice.

Un aspect important evidențiat de cercetare îl reprezintă potențialul activităților experimentale și handmade în susținerea incluziunii educaționale a elevilor cu cerințe educaționale

speciale. Caracterul practic, experiențial și multisenzorial al activităților de tip inquiry și STEM a facilitat participarea activă a acestora, oferindu-le oportunități concrete de explorare, manipulare și exprimare personală. Experimentele și produsele handmade au contribuit la creșterea motivației, a implicării și a încrederii în propriile capacități, demonstrând că strategiile bazate pe investigație pot reprezenta contexte educaționale accesibile și eficiente pentru elevii cu nevoi educaționale diverse.

Rezultatele intervențiilor experimentale confirmă eficiența învățării prin investigație și a utilizării fișelor tehnice, evidențiind îmbunătățiri semnificative ale performanțelor elevilor la nivel primar. Progresul în învățare este gradual și stabil, însă schimbările atitudinale față de știință se realizează mai lent și necesită expunere susținută la contexte educaționale active. În același timp, rezultatele observaționale sugerează că elevii cu cerințe educaționale speciale au manifestat un nivel crescut de participare și implicare în activitățile practice comparativ cu sarcinile predominant teoretice, ceea ce evidențiază importanța adaptării strategiilor didactice la nevoile individuale ale elevilor.

9.2. Contribuții originale ale cercetării

Cercetarea aduce contribuții relevante atât la nivel teoretic, cât și aplicativ, prin clarificarea modului în care este înțeles și aplicat ciclul inquiry în formarea inițială a cadrelor didactice. Studiul evidențiază un tipar diferențiat de performanță pe etapele acestuia, cu accent pe dificultățile legate de integrarea ipotezei în demersul investigativ.

Cercetarea contribuie la înțelegerea caracterului predominant declarativ și parțial al instruirii diferențiate în activitățile științifice și oferă o analiză integrată a relației dintre inquiry-based learning, diferențiere și educația STEM în învățământul preșcolar și primar.

O contribuție importantă a cercetării constă în integrarea perspectivei incluziunii educaționale și în evidențierea potențialului activităților experimentale și handmade de a facilita participarea elevilor cu cerințe educaționale speciale. Rezultatele obținute sugerează că activitățile practice, multisenzoriale și bazate pe manipulare concretă pot funcționa ca instrumente de accesibilizare a învățării și de susținere a participării active a elevilor cu cerințe educaționale speciale în activități inquiry și STEM.

Studiul oferă dovezi empirice privind eficiența intervențiilor didactice bazate pe investigație și evidențiază decalajul dintre percepțiile declarate ale cadrelor didactice și practicile

reale de la clasă.

9.3. Limitele cercetării

Cercetarea prezintă mai multe limite metodologice și contextuale care trebuie avute în vedere în interpretarea rezultatelor.

În primul rând, utilizarea unor eșantioane de conveniență, relativ reduse ca dimensiune, limitează generalizarea rezultatelor.

În al doilea rând, focalizarea pe contexte educaționale restrânse reduce validitatea externă a concluziilor.

Designurile predominant transversale sau quasi-experimentale, lipsa randomizării și dependența de auto-raportare constituie limite metodologice importante. Absența observației directe la clasă și a unei triangulări metodologice reduce profunzimea interpretării rezultatelor.

În ceea ce privește elevii cu cerințe educaționale speciale, cercetarea nu a inclus o analiză diferențiată pe categorii de dizabilități sau tipuri de nevoi educaționale, ceea ce limitează posibilitatea formulării unor concluzii specifice privind eficiența activităților pentru diferite categorii de elevi cu cerințe educaționale speciale.

În plus, lipsa unor analize calitative aprofundate și a unei perspective longitudinale limitează înțelegerea dinamicii proceselor educaționale investigate și a evoluției în timp a efectelor observate.

9.4. Direcții viitoare de cercetare

Cercetările viitoare ar trebui să vizeze extinderea eșantioanelor la niveluri mai mari și mai diverse, inclusiv în contexte internaționale, pentru creșterea gradului de generalizare a rezultatelor. Se recomandă utilizarea metodologiilor mixte, care să combine metode cantitative și calitative, pentru o înțelegere mai profundă a practicilor didactice și a proceselor de incluziune educațională. De asemenea, sunt necesare studii longitudinale privind evoluția competențelor inquiry în formarea inițială și continuă a cadrelor didactice, precum și investigarea rolului factorilor psihopedagogici precum motivația, autoeficacitatea și implicarea în implementarea metodelor active.

O altă direcție importantă o constituie dezvoltarea și testarea unor modele didactice integrate care să combine inquiry-based learning și diferențierea în contexte reale de clasă.

O direcție importantă de cercetare o reprezintă analiza modului în care activitățile

experimentale și handmade pot fi adaptate pentru diferite categorii de elevi cu cerințe educaționale speciale. În acest sens, sunt necesare cercetări privind eficiența strategiilor multisenzoriale, a suportului vizual și a activităților bazate pe manipulare concretă în dezvoltarea competențelor cognitive, sociale și emoționale ale elevilor cu cerințe educaționale speciale.

Cercetările viitoare ar trebui să analizeze mai detaliat influența contextelor educaționale diferite și durabilitatea efectelor intervențiilor asupra performanțelor și atitudinilor elevilor pe termen lung. De asemenea, cercetările viitoare ar trebui să investigheze impactul activităților inquiry și STEM asupra incluziunii sociale, a participării active și a dezvoltării autonomiei elevilor cu dizabilități, precum și rolul formării cadrelor didactice în proiectarea unor contexte educaționale accesibile și incluzive.

RESURSE BIBLIOGRAFICE

- Addelin, M.A., Catarina, M. (2018). Inquiry Based Learning (IBL) As A Model of Learning for Primary Students In 21st Century. *ICERD 2018 Conference*, http://icerd2018.conference.upi.edu/wp-content/uploads/sites/30/2018/12/Fullpaper_Maria-Adelline.pdf
- Adey, P., & Shayer, M. (2002). Cognitive acceleration comes of age. In M. Shayer, & P. Adey, (Eds.), *Learning intelligence: Cognitive acceleration across the curriculum from 5 to 15 years* (pp. 1–17). Open University Pres.
- Adey, P., Shayer, M., & Yates, C. (2003). *Thinking science: Professional edition*. Nelson Thornes.
- Aikenhead, G.S. (2006). *Science education for everyday life: evidence-based practice*, Teachers College Press, Columbia University.
- Alamäki, A. (1999). Technology Education in the Finnish Primary Schools. *Journal of Technology Education*, 11(1), 5-17. <https://doi.org/10.21061/jte.v11i1.a.1>
- Alberta Learning. 2004. *Focus on Inquiry. A teacher's guide to implementing Inquiry based learning*. Retrieved from <http://education.alberta.ca/media/313361/focusoninquiry.pdf>
- Albion, P., Campbell, & C., Jobling, W. (2018). *Technology education for the primary years*. Cengage Learning Australia.
- Autio, O., Hansen, R. (2002). Defining and Measuring Technical Thinking: Students' Technical Abilities in Finnish Comprehensive Schools, *Journal of Technology Education*, Vol. 14, No. 1
- Bachelard, G. (1989). *Epistemologia*. Editorial Anagrama.
- Bybee, R. W. (2002). *Learning Science and the science of learning*. National Science Teachers Association.
- Bybee, R. W. (2009). *The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skills*. A Commissioned Paper Prepared for a Workshop on Exploring the Intersection of Science Education and the Development of 21st Century Skills. BSCS. Retrieved from https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbasseite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf
- Britain's Science Council, (2009). Retrieved from <https://www.theguardian.com/science/blog/2009/mar/03/science-definition-council-francis-bacon>

- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21–32.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.
- Butterworth, J., & Thwaites, G. (2013). *Thinking Skills. Critical Thinking and Problem Solving* (2nd ed.) Cambridge University Press.
- BSCS Science Learning (2019). *BSCS 5E Instructional Model*. <https://bscs.org/bscs-5e-instructional-model/>
- Campbell, Coral and Jane, Beverley 2010, Technological thinking in primary-aged children, in *Proceedings of the 6th International Conference on Technology Education Research, Technology Education Research Conference, Gold Coast, Qld.*, pp. 74-83.
- Caswell, C. J., & LaBrie, D. J. (2017). Inquiry-based Learning from the Learner's Point of View: A Teacher Candidate's Success Story. *Journal of Humanistic Mathematics*, 7(2), 161- 186.
- Ciascai, L. (1999). *Strategii euristice de instruire la fizică*. Presa Universitară Clujeană.
- Ciascai, L. (2001). *Introducere în Didactica științelor. Didactica disciplinei Științe*. Presa Universitară Clujeană.
- Ciascai, L. (2005). *Laboratorul de buzunar. Educarea creativității elevilor*. Vol. 2. Presa Universitară Clujeană
- Ciascai, L. (2006). *Didactica științelor naturii*. Presa Universitară Clujeană.
- Ciascai, L. (2007). *Didactica fizicii*. Corint.
- Ciascai, L. (2018). *De la Didactică la Didactica științelor*. Studii și cercetări. Cluj-Napoca: P.U.C
- Champagne, A. G., Klopfer, L. E. & Anderson, J. H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48 (12), 1074-1079. <http://dx.doi.org/10.1119/1.12290>
- Chrzanowski, M.M., Siporska, A., Jastrzębska et al., E. (2017). *Didactics of Science in International Curricula: Handbook for Students of Biology and Chemistry Faculties of Warsaw University*. Wydawnictwo Script.
- Chinn, C.A., Golan Duncan, R. (2021). Inquiry and learning. *International Handbook of Inquiry and Learning* (Ravit Golan Duncan and Clark A. Chinn, eds.), pp. 1-14, Routledge.
- Collier, C., Davies, D., Howe, A., & McMahon, K. (2011). *The Primary Science and Technology Encyclopedia*, Routledge.
- Cottrell, S. (2005). *Critical Thinking Skills. Developing Effective Analysis and Arguments*. Palgrave MacMillan.

- Counsell, S., Escalada, L., Geiken, R., Sander, M., Uhlenberg, J., Van Meeteren, B., Yoshizawa, S., Zan, B. (2015). *STEM Learning with Young Children: Inquiry Teaching with Ramps and Pathways* (Early Childhood Education Series) (p. 7). Teachers College Press. Kindle Edition.
- Cunningham, C. M. (2018). *Engineering in Elementary STEM Education. Curriculum Design, Instruction, Learning, and Assessment*. Teachers College Press; The Boston Museum of Science.
- de Jong, Ton, Gillet, Denis, Rodríguez Triana, María Jesús, Hovardas, Tasos, Dikke, Diana, Doran, Rosa, Dziabenko, Olga, Koslowsky, Jens, Korventausta, Miikka, Law, Efe, Pedaste, Margus, Tasiopoulou. Evita, Vidal, Gérard, Zacharia, Zacharias C. (2021). Understanding teacher design practices for digital inquiry-based science learning: the case of Go-Lab, Education Tech Research Dev 69:417–444, <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09904-z>
- De Vries, M.J., Gumaelius, L., Skogh, & I.-B. (2016). Pre-university Engineering Education: An Introduction. In M. J. De Vries, L. Gumaelius, I.- B. Skogh (Eds.). *Pre-university Engeneering Education*. Sense Publishiers.
- De Vries, M.J. a. (2018). Philosophy of Technology: Themes and Topics. In M.J. de Vries (ed.), *Handbook of Technology Education*, Springer International. DOI 10.1007/978-3-319-44687-5_1
- De Vries, M.J. b. (2018). Technology education: an international history. M.J. de Vries (ed.), *Handbook of technology education*, 73-84, Springer.
- Dewey, J. (1938). Experience and education. Macmillan.
- DiBiase, W., & McDonald, J. (2015). Science Teacher Attitudes Toward Inquiry-Based Teaching and Learning. The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas. 88. 29-38. 10.1080/00098655.2014.987717.
- Dietz, J. (2014, November 18). What is the difference between engineering and technology? Lego Engineering. [http://www.legoengineering.com/what-is-the-difference-between-engineering-and- technology](http://www.legoengineering.com/what-is-the-difference-between-engineering-and-technology)
- Dugger, W. E. Jr., & Naik, N. (2001). *Clarifying Misconceptions between Technology Education and Educational Technology. Only you will assume the responsibility to educate others about the importance of technology education in schools today*. The Technology Teacher. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=49264>

- Einstein, A., & Infeld, L. (1938). *The Evolution of Physics*. New York: Simon & Schuster.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. A proposed 7E model emphasizes “transfer of learning” and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher*. 70 (6), 56-59, <http://www.its-about-time.com/htmls/ap/eisenkraftst.pdf>. (26 august 2012)
- Enăchescu, C. (2005). *Tratat de teoria cercetării științifice*. Iași: Polirom.
- EpiStem Ltd. (2010). Science attitude questionnaire (EPIS(T)EME project). Faculty of Education, University of Cambridge <https://www.educ.cam.ac.uk/research/programmes/episteme/epiSTEMeScienceAttitudeQuestionnaire.pdf>
- Erduran, S., & Dagher Z.R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories*, Springer.
- Fischbein, E. (1975). *Arta de a gândi*. Editura Științifică și Enciclopedică.
- Gardner, H. (1994). Intelligence in Theory and Practice: A Response to Elliot W. Eisner, Robert J. Sternberg, and Henry M. Levin. *Teachers College Record*, 95, 576-583. <https://www.tcrecord.org/books/Content.asp?ContentID=90>
- Gholam, A. (2019). Inquiry-Based Learning: Student Teachers’ Challenges and Perceptions. *Journal of Inquiry & Action in Education*, 10(2).
- Gillespie, H., Gillespie, R. (2007). *Science for Primary School Teachers*. Open University Press, McGraw- Hill.
- Grayling, A.C. (2009). *Commending the definition in the Guardian*. <https://sciencecouncil.org/about-science/our-definition-of-science/>
- Greenwood, R., Austin, S., Bacon, K. and Pike, S. (2020). Enquiry-based learning in the Primary Classroom: student teachers’ perceptions
- Greenwood, R., Austin, S., Bacon, K., & Pike, S. (2020). Enquiry-based learning in the primary classroom: student teachers’ perceptions, *Education*, 3-13. DOI: <https://doi.org/10.1080/03004279.2020.1853788>
- Grubbs, M.E., Strimel, G.J. & Huffman, T. (2018). Engineering Education: A Clear Content Base for Standards. *Technology and engineering teacher*, 77 (7), 32-38.
- Hackett, J.K., Moyer, R.H., Vasquez, A. et al. (2008). *California Science*. Macmillan, McGraw-Hill.
- Hammerman, E. (2006). *Essential of Inquiry based Science*. Corwin Press.

- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Higgins ET. (2004). Making a theory useful: lessons handed down. *Pers Soc Psychol Rev.* 8(2):138-45. doi: 10.1207/s15327957pspr0802_7. PMID: 15223513.
- Hirghiduș, I. (2001). *Filosofia educației*. Editura Didactică și Pedagogică
- Hunt, E. (2018). *How to be an engineer (Careers for Kids)*. Penguin Random House.
- Hutten, E. H. (1970). *Ideile fundamentale ale fizicii* (E. Katz & S. Katz, Trad.). Editura Enciclopedică Română.
- Iliescu, L. (2013). *Science criteria five basic requirements for a field to be considered scientifically rigorous clearly defined terminology, quantifiability, highly controlled experimental conditions, reproducibility and, finally, predictability and testability. Whatever techniques are proposed for fine art, they should be examined by these criteria.* https://www.researchgate.net/publication/305046362_Science_criteria_five_basic_requirements_for_a_field_to_be_considered_scientifically_rigorous_clearly_defined_terminology_quantifiability_highly_controlled_experimental_conditions_reproducibility_and
- International Technology Education Association (ITEA), (2007). *Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology*. Third edition. Reston, VA.
- International Society for Technology in Education (ISTE), (2000). *National Educational Technology Standards for Students: Connecting Curriculum and Technology*.
- ISTE National Educational Technology Standards for Teachers. <https://www.hbgdiocese.org/wp-content/uploads/2012/04/NETS-for-Teachers.pdf>, http://cnets.iste.org/teachers/t_stands.html
- Johnston, J. (2011). *Early Explorations in Science. Second edition*. Open University Press, McGraw-Hill Education.
- Jolly, A. (2017). *STEM by Design Strategies and Activities for Grades 4–8*. Routledge.
- Justice, C., Rice, J., Warry, W., Inglis, S., Miller, S., Sammon, S. (2007). Inquiry in Higher Education: Reflections and Directions on Course Design and Teaching Methods. *Innovative Higher Education*, 31, 201–214.
- Kidman, G., & Casinader, N. (2017). *Inquiry-Based Teaching and Learning across Disciplines: Comparative Theory and Practice in Schools*. Palgrave. McMillan. DOI 10.1057/978-1-

- Kim, B., Hannafin, M. J., & Bryan, L. A. (2007). *Technology-enhanced inquiry tools in science education*. Journal of Science Education and Technology
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: The cognition and development of discovery processes*. A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Krajcik, J. (2015). *Project-Based Science: Engaging Students in Three-Dimensional Learning*. *The Science Teacher*, 82(1), 25–27.
- Kuhlthau, C.C., Maniotes, L. K., & Caspari, A. K. (2012). *Guided Inquiry Design. A Framework for Inquiry in Your School*. Libraries Unlimited.
- Kuziev, N. M., (2019). Structural features of technical thinking. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, vol. 7 (2), p. 56, www.idpublications.org
- Llevellyn, D.J. (2011). *Teaching High School Science through Inquiry and Argumentation*. Corwin.
- Llevellyn, D. J. (2014). *Inquire Within: Implementing Inquiry- and Argument-Based Science Standards in Grades 3-8*. Corwin Press.
- Magnusson, S.J., Sullivan Palincsar, A., Templin, M. (2006). Community, Culture, And Conversation in Inquiry-Based Science Instruction. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and The Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 131-155). Kluwer Academic.
- Makyia, H., Rogers, M. (1992). *Design and Technology in Primary School. Case studies for Teachers*. Routledge, London, NY.
- Marzano, R.J. (2007). *The Art and Science of Teaching: A Comprehensive Framework for Effective Instruction*. ASCD
- Marzano, R.J., Brown, J.L. (2009). *The Handbook of the New Art of Science of Teaching*. ASCD, Alexandria, Virginia USA.
- Matthew, M.S. 2006. *Encouraging Your Child's Science Talent: The Involved Parents' Guide*. Prufrock Press Inc.
- McCue, C. (2016). *Getting Started with Engineering*. John Wiley & Sons.
- Meijers, A. W. M. (Ed.). (2009). *Philosophy of technology and engineering sciences* (1st ed.).

- North Holland.
- Miclea, M. (1994). *Psihologie cognitivă*. Casa de Editură Gloria SRL.
- Moon, J. (2008). *Critical Thinking. An exploration of the theory and practice*. Routledge.
- Moyer, R., Everett, S. A. (2016). *More everyday engineering: putting the E in STEM Teaching and Learning*. NSTPress.
- National Research Council (NRC)/National Academy of Sciences (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press.
- National Research Council (NRC), Center for Science, Mathematics, and Engineering Education (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*. Steve Olson and Susan Loucks - Horsley (eds.), National Academy Press.
<https://doi.org/10.17226/9596>
- Next Generation Science Standards (NGSS), (2013). APPENDIX F – Science and Engineering Practices in the NGSS.
<https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Appendix%20F%20%20Science%20and%20Eng%20ineering%20Practices%20in%20the%20NGSS%20-%20FINAL%20060513.pdf>
- Next Generation Science Standards (NGSS), (2016). NGSSFactSheet2016revised.
<https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/resource/files/NGSSFactSheet2016revised.pdf>
- Northern, S. (2019). *The 5 E's of Inquiry-Based Learning. Knowledge quest*. Journal of American Association of School Librarians. Retrieved from: <https://knowledgequest.aasl.org/the-5-es-of-inquiry-based-learning/>
- Novikov, A.M., Novikov, A.D. (2013). *Research Methodology. From Philosophy of Science to Research Design*. CRC Press.
- OECD. (2019). Scientific Question Categories. <https://www.oecd.org/pisa/scientific-question-categories.htm>.
- OECD. (2019). *Conceptual Learning Framework. Knowledge for 2030. Concept note*. OECD: Future of Education and Skills for 2030 Project. https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf
- Osborne, R. E., Laws, J., Weadick, K., & Mantooth V. (1996) The Costs and Benefits of Critical Thinking. *Proceedings of the Annual Conference on Undergraduate Teaching of*

- Psychology*, NY. ERIC Number: ED405023.
- Park, B.-Y., Rodriguez, L., Campbell, T. (2019). Using Models to Teach Science, *The Science Teacher*, vol. 87, number 4
- Pathway - Predarea Științelor prin investigație. Ghidul profesorului/"The PATHWAY to Inquiry Based Science Education").
http://www.ccdcluj.ro/Fisiere/2015/proiecte/Ghid_Predarea_stiintelor_prin_investigatie.pdf
- Paul, R., Elder, R. (2008). *The Miniature Guide to Critical Thinking. Concepts and Tools*, Foundation for Critical Thinking Press.
- Paul, R., Elder, R. 2018. (2014). *The Thinker's Guide to Scientific Thinking - Based on Critical Thinking Concepts and Principles*. Fourth Edition. Rowman & Littlefield.
- Paul, R., Elder, R. (2019). *The Thinker's Guide to Scientific Thinking - Based on Critical Thinking Concepts and Principles*. Fourth Edition. Rowman & Littlefield.
- Pârvu, I. (1984). *Introducere în epistemologie*. București: Editura științifică și enciclopedică.
- Pârvu I. (1998). *Introducere în epistemologie*. Iași: Polirom.
- Pedaste, Margus, Mäeots, Mario, Siiman, Leo A., de Jong, Ton, van Riesen, Siswa A.N., Kamp, Ellen T., Manoli, Constantinos C., Zacharia, Zacharias C., Tsourlidaki, Eleftheria (2015). Phases of inquiry- based learning: Definitions and the inquiry cycle, *Educational Research Review*, Volume 14, Pages 47-61, ISSN 1747-938X, <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pickford, T., Garner, W., Jackson, E. (2013). *Primary Humanities: Learning Through Enquiry*. Sage.
- Pike, S. (2016). *Learning Primary Geography*. London: Routledge.
- Pierce, A. J., & Karwatka, D. (2011). *Introduction to technology*. Glencoe/McGraw-Hill.
- Poon, C.-L., Lim S.S.L. (2014). Transiting into Inquiry Science Practice: Tales from a Primary School. *Inquiry into the Singapore Science Classroom*. In W. O. Lee, D. Wei, L. HUNG & L. W. The (Eds.) *Research and Practices*, 139-164, Springer.
- Pop, C. F. (2022). Learning science-based differentiated inquiry. *INTED 2022 Proceedings*, pp. 9702-9709, doi: [10.21125/inted.2022.2546](https://doi.org/10.21125/inted.2022.2546)
- Pop, C. F. & Ciascai, L. (2022). How future teachers for preschool and elementary school understand and use inquiry teaching and learning?. In D. Opris, I. Scheau & A. Aleksandrov (Eds.), *Values, models, education. Contemporary perspectives* (pp. 27-32),

- Eikon Publishing House. doi <https://doi.org/10.56177/epvl.ch3.2022.en>
- Pop, C. F., Șoldea, C. F., Ciascai, L., Opriș, D. (2021). Technological And Engineering Education. Teachers' And Students' Views. European Proceedings of Educational Sciences, Volume 2
- Proctor, R. W. Capaldi E.J. (2012). *Psychology of Science: Implicit and Explicit Processes*, OUP USA.
- Puddu, S. (2017). Implementing Inquiry-based Learning in a Diverse Classroom: Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry, *Logos Verlag Berlin GmbH*
- Ramnarain, U. & Hlatwayo, M. (2018). South African Journal of Education, Volume 38, Number 1, art. nr. 1431, 10 pages, <https://doi.org/10.15700/saje.v38n1a1431> Teacher beliefs and attitudes about inquiry-based learning in a rural school district in South Africa
- Roberto, S., Ermac, E., Anos, W., Añero, M., Tomabiao, N., Taperla, I., Gantalao, L., Capuyan, M. Cortes, M., Belette, J., Espina, R. (2020). Prototype Learning Activities: Road Map to Academic Achievement. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, vol. 15, n. 6, p. 1535-1543.0.18844/cjes.v15i6.5296.
- Saunders-Stewart, K. S., Gyles, P. D. T., & Shore, B. M. (2012). Student outcomes in inquiry instruction: A Literature-derived inventory. *Journal of Advanced Academics*, 23(1), 5–31.
- Schafersman, S.D. (1997). *An Introduction to Science. Scientific Thinking and the Scientific Method*. <https://www.geo.sunysb.edu/esp/files/scientific-method.html>
- Schwab, J. J. (1971). *The practical: Arts of eclectic*. *School Review*, 79(4), 493–542
- Schunn, C. D., & Silk, E. M. (2011). Learning Theories for Engineering and Technology Education. In M. Barak, & M. Hacker, (Eds.), *Fostering Human Development Through Engineering and Technology Education* (pp. 3-18). Sense Publishers.
- Scriven, M., Paul, R. (1987). *The Foundation for Critical Thinking*. <https://www.criticalthinking.org/pages/defining-critical-thinking/766>
- Sen, M. (2010). *An introduction to critical thinking*. UK: Pearson.
- Shermer, M. (1995). *Teach Your Child Science: Making Science Fun for the Both of You*. Lowell House. Science Council, *Our definition of science*. <https://sciencecouncil.org/about-science/our-definition-of-science/>
- Staddon, J. (2018). *Scientific Method: How Science Works, Fails to Work, and Pretends to Work*. Routledge

- Tamir, P. (1985). Content analysis focusing on inquiry. *Journal of Curriculum Studies*, 17(1), 87-94.
- Tegtmeyer, A. (2021). *Real Engineering Experiments: 25+ Exciting STEAM Activities for Kids*. Rockridge Press.
- Tien, L.T., Rickey, D. & Stacy, A.M. (1999). The M.O.R.E. Thinking Frame: guiding students' thinking in the laboratory, *Journal of College Science Teaching*, 28 (5): 318-324
- Tomlinson, C.A. Strickland, C.A. (2005). *Differentiation in Practice: A Resource Guide for Differentiating Curriculum*, Grades 9-12. ASCD
- UNESCO, Glossary. www.ibe.unesco.org/en/glossary-curriculum-terminology/t/transdisciplinary-approach.
- van Drie, J., & van Boxtel, C. (2007). *Historical reasoning: Towards a framework for analyzing students' reasoning about the past*. Educational Psychology Review.
- Veloo, A., Perumal, S., & Vikneswary, R. (2013). Inquiry-based instruction, students' attitudes and teachers' support towards science achievement in rural primary schools. 3rd World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 93, pp. 65 – 69.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Walker, M. (2015). *Teaching inquiry-based science*. Lulu Com.
- Whitworth, B.A. , Maeng, J.L. & Bell, R.L. (2013). *Differentiating inquiry*, Publications. 32. https://tigerprints.clemson.edu/teach_learn_pub/32
- Williams, J.D. (2011). *How Science Works. Teaching and Learning in the Science Classroom*. Continuum International Publishing Group.
- Wilson, S.M. Realizing STEM's Potential and Promise. *Journal for STEM Educ Res* 4, 240–245 (2021). <https://doi.org/10.1007/s41979-021-00056-00>.
- Wurdinger, S. D., & Marlow, L. (2005). *Using Experiential Learning in the Classroom: Practical Ideas for All Educators*. Scarecrow Education.
- Ziman, J. M. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge Press
- Zlate, M. (2006). *Fundamentele psihologiei*. București: Editura Universitară.
- Zlate, M. (1999). *Psihologia mecanismelor cognitive*. Iași: Editura Polirom.
- Yeping Li, Y., Wang, K., Xiao, X., Froyd, J.E. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *IJ STEM Ed*, 7, 11.

<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
<https://teachingtools.ophea.net/supplements/inquiry-based-learning/assessment-inquiry-based-learning>
<https://ophea.net/teaching-strategy-descriptions>
<https://ophea.net/tools-and-templates>