



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



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

## REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

# FORMAREA REPREZENTĂRILOR ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PRIMAR, LA ȘTIINȚE

Autor: Student-doctorand Muraru (numele actual, Pahome) Daniela

Conducător de doctorat: Prof. univ. dr. Maria Eliza Dulamă

Cluj-Napoca

2023

## DECLARAȚIE

Subsemnata, Pahome Daniela, având calitatea de student-doctorand al Universității „Babeș – Bolyai”, declar următoarele:

- Teza de doctorat cu titlul „Formarea Reprezentărilor în Învățământul Primar, la Științe” a fost realizată prin respectarea strictă a celor patru valori de integritate academică – *onestitate, responsabilitate, replicabilitate și validitate a cunoașterii*.

- Analiza de similitudini a tezei de doctorat a fost efectuată la Școala Doctorală „Didactica. Tradiție, Dezvoltare, Inovație”, folosind Raportul Turnitin.

- Teza respectă standardele de redactare precizate în Manualul de Publicare APA (Ediția a 7-a), cu excepția spațierii la 1,5 rânduri.

- Studiile publicate, cartea inclusă în colecția „Acta Didactica” și web-situl creat abordează problematica prezentei cercetări și sunt citate în teză.

1 septembrie 2023



## CUPRINS

<i>Declarație</i> .....	<i>i</i>
<i>Cuprins</i> .....	<i>ii</i>
<i>Lista Tabelelor și a Figurilor</i> .....	<i>iii</i>
<i>Lista Abrevierilor și a Acronimelor</i> .....	<i>iv</i>
<i>Cuvinte-cheie</i> .....	<i>iv</i>
<b>CAPITOLUL I. CADRUL TEORETIC</b> .....	<b>2</b>
1.1 Introducere și Problematika Cercetării .....	2
1.2 Repere Teoretice privind Reprezentările .....	5
1.3 Teorii pe care se Fundamentează Învățarea, la Științe .....	7
1.4 Starea Curentă a Domeniului .....	9
1.5 Relevanța Cercetării .....	13
<b>CAPITOLUL II. OBIECTIVELE CERCETĂRII ȘI METODOLOGIA GENERALĂ</b> .....	<b>15</b>
2.1 Obiectivele Cercetării .....	15
2.2 Metodologia Generală a Cercetării .....	16
<b>CAPITOLUL III. CONTRIBUȚII ORIGINALE DE CERCETARE</b> .....	<b>17</b>
3.1 Studiul 1: Concepțiile Profesorilor Metodști din Învățământul Primar asupra Formării Reprezentărilor la Elevi, la Științe .....	17
3.1.1 Introducere .....	17
3.1.2 Metoda .....	18
3.1.3 Rezultate .....	19
3.1.4 Discuții și Concluzii .....	23
3.2 Studiul 2: Efectele unor Activități de Învățare Bazate pe Observare asupra Formării Reprezentărilor la Elevi .....	29
3.2.1 Introducere .....	29
3.2.2 Metoda .....	31
3.2.3 Rezultate .....	34
3.2.4 Discuții și Concluzii .....	37
3.3 Studiul 3: Efectele unor Activități de Învățare Bazate pe Experiment asupra Formării Reprezentărilor la Elevi .....	41
3.3.1 Introducere .....	41
3.3.2 Metoda .....	43
3.3.3 Rezultate .....	46
3.3.4 Discuții și Concluzii .....	49
3.4 Studiul 4: Efectele unor Activități de Învățare Bazate pe Desenare asupra Formării Reprezentărilor la Elevi .....	54
3.4.1 Introducere .....	54
3.4.2 Metoda .....	56
3.4.3 Rezultate .....	58
3.4.4 Discuții și Concluzii .....	60
<b>CAPITOLUL IV. CONCLUZII</b> .....	<b>68</b>
4.1 Concluzii privind Relația dintre Premisele Teoretice și Partea Aplicativă .....	68
4.2 Concluzii privind Realizarea Obiectivelor Cercetării și Confirmarea Ipotezelor .....	69
4.3 Implicațiile Tezei .....	70
4.4 Limite și Direcții Viitoare de Cercetare .....	72
4.5 Concluzii Generale .....	73
<i>Referințe</i> .....	<i>75</i>

## LISTA TABELELOR ȘI A FIGURILOR

**Tabele**

Tabelul 3.1	Medii, Abateri Standard și Mărimea Efectului Pentru Compararea celor Trei Condiții Experimentale .....	36
Tabelul 3.2	Medii, Abateri Standard și Mărimea Efectului pentru Compararea celor Două Condiții Experimentale .....	48
Tabelul 3.3	Medii (ale Rangurilor), Abateri Standard și Mărimea Efectului pentru Compararea celor Două Condiții Experimentale .....	59

**Figuri**

Figura 3.1	Arbori și Arbuști Desenați de Elevi la Pre-test și la Post-test .....	61
Figura 3.2	Pădurea de Foioase Desenată de un Elev din GE2, la Pre-test .....	63
Figura 3.3	Pădurea de Foioase Desenată de un Elev din GE1 la Post-test .....	64
Figura 3.4	Pădurea de Foioase Desenată de Doi Elevi din GE2 la Post-test .....	64
Figura 3.5	Distribuția Spațială a Arborilor din Pădurea de Foioase în Desenele Elevilor din GE1 și G2, la Post-test .....	65
Figura 3.6	Reprezentarea Lanțurilor Trofice în Desenele Elevilor din GE1 Și GE2, la Post-test .....	66

## LISTA ABREVIERILOR ȘI ACRONIMELOR

APA	—	American Psychological Association
GE	—	Grup Experimental
GL	—	Grup de Lucru
p.	—	pagina
pp.	—	pagini
PISA	—	Programme for International Student Assessment
TIMSS	—	Trends In International Mathematics And Science Study
ZPD	—	Zona Proximei Dezvoltări

*Cuvinte-cheie:* reprezentare mentală, reprezentare externă, model mental, proces cognitiv, învățare, imagine mentală, metodă didactică, strategie didactică, științe, învățământ primar

## CAPITOLUL I CADRUL TEORETIC

### 1.1 Introducere și Problematika Cercetării

Educația științifică a cetățenilor este considerată o necesitate a societății contemporane (Mujika & Aranzabal, 2015). Cunoștințele științifice ne ajută să înțelegem corect, exact și cuprinzător lumea în care trăim, iar abilitățile științifice ne ajută să ne adaptăm optim în această lume și să contribuim la dezvoltarea ei. Până în prezent, există multe studii care investighează predarea și învățarea la științe, însă numărul studiilor care abordează învățarea științelor în învățământul primar este relativ mic, iar acestea nu explorează în mod explicit reprezentările elevilor.

La nivel mondial, în învățarea la științe, se constată mai multe probleme și deficiențe. O primă problemă este relevată de evaluările internaționale „Trends in International Mathematics and Science Study” [TIMSS] și „Programme for International Student Assessment” [PISA]. Cele două programe internaționale oferă o imagine de ansamblu asupra rezultatelor elevilor, ca efect al predării și al învățării. La aceste teste, rezultatele elevilor din România s-au dovedit, constant, a fi nesatisfăcătoare (Ciascai & Dulamă, 2013).

Evaluările TIMSS se aplică la clasele a IV-a și a VIII-a, o dată la patru ani. În anul 2019, elevii din România, din clasa a VIII-a, au obținut un scor de 470 de puncte la științe, față de media internațională de 500 de puncte (Mullis et al, 2020). La științe, în anul 2007, elevii au obținut un scor minim de 458 de puncte (Martin et al, 2008). Rezultatele arată că nivelul competențelor elevilor la științe este similar celui de acum 25 de ani. Este îngrijorător faptul că 22% dintre elevi sunt analfabeți funcțional la științe, sub media internațională de 13%. În România, 4% dintre elevi fac performanță la științe, sub media internațională de 5%, iar aproape un sfert dintre elevi nu ating criteriile minime de performanță. De asemenea, TIMSS 2019 indică procente nefavorabile pentru România, atât la încrederea de sine a elevilor, cât și în ceea ce privește situația socio-economică a familiilor elevilor (Mullis et al, 2020).

Evaluările PISA sunt aplicate elevilor de 15 ani din întreaga lume, la intervale de trei ani. Testele evaluează abilitățile de citire, matematică și științe. Rezultatele evaluării PISA din 2018 arată că media internațională la științe a scăzut de la 493 de puncte în anul 2015 la 489 de puncte în anul 2018. Tendința de scădere a fost înregistrată și în România, unde media a scăzut de la 435

de puncte în anul 2015 la 426 de puncte în anul 2018. S-a constatat că elevii recunosc și identifică unele explicații ale fenomenelor științifice simple, însă nu pot găsi, fără sprijin sau ghidare, relații cauzale sau alte corelații științifice. 56% dintre elevii testați din România s-au situat la nivelul 2 de competență sau la un alt nivel superior. Acești elevi „recunosc explicația corectă a unui fenomen științific familiar” și pot utiliza cunoștințele în evaluarea anumitor date pentru a fundamenta o concluzie. Doar 1% dintre elevi au avut performanțe foarte bune la științe (nivelul 5 sau nivelul 6). Acești elevi pot aplica cunoștințele lor din științe în mod autonom și creativ în situații variate, inclusiv în cele nefamiliare.

Alte probleme sunt identificate la nivelul programelor și manualelor școlare. În România, în studiul realizat de Ciascai & Dulamă (2013) asupra programelor de științe pentru învățământul primar, se sugerează că o posibilă cauză a rezultatelor slabe obținute de elevii din România la testele internaționale de științe o reprezintă deficiențele din documentele curriculare oficiale. În alt studiu asupra programei școlare de „Matematică și Explorarea Mediului pentru clasa pregătitoare, clasa I și a II-a”, se constată imprecizie și lipsă de rigoare în prezentarea conținuturilor, fapt ce creează dificultăți în proiectarea și organizarea activităților didactice, în alocarea resurselor de timp, în decizia asupra gradului de aprofundare a conținuturilor. Cercetătorii concluzionează că aceste probleme pot duce la o înțelegere superficială, de suprafață a ansamblurilor mari de informații, la memorarea lor, în locul învățării de adâncime (Dulamă & Magdaș, 2014).

Alte studii realizate în România au evidențiat deficiențe ale manualelor școlare de matematică și de științe pentru învățământul primar (Buzilă et al., 2017; Lalău, 2014; Magdaș & Drîngu, 2016; Magdaș et al., 2017). Aceste deficiențe pot influența, de asemenea, învățarea la științe și rezultatele elevilor. Manualele școlare de „Matematică și explorarea mediului” nu facilitează suficient motivația pentru învățare, explorarea mediului în contexte cotidiene, înțelegerea holistică a realității, rigoarea științifică și temeinicia cunoștințelor de știința mediului (Magdaș et al., 2017).

Studiile internaționale susțin că profesorii au un rol esențial în predarea științelor, dar se constată, de asemenea, diverse probleme și deficiențe. În studiul realizat de Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică [OCDE] (2005) se evidențiază trei aspecte problematice referitoare la profesorii de științe: selecția necorespunzătoare a profesorilor; lipsa de flexibilitate și stimulente în cariera didactică; formarea inițială și continuă a profesorilor. Diaz (2017)

sesizează, de asemenea, că puținele posibilități de promovare pot duce la stagnare și la motivație scăzută, ceea ce poate afecta negativ calitatea predării.

Studiul PISA (ME, 2019) arată că 49,4% dintre profesorii care predau în școlile evaluate din România, au urmat cursuri de master (media țărilor participante fiind de 43,9%). Datele din studiu indică o corelație slabă între nivelul studiilor profesorilor și rezultatele elevilor. În acest studiu, se susține că rezultatele elevilor sunt influențate de atitudinea profesorilor față de predare și de entuziasmul manifestat în activitatea didactică. S-a constatat că, la nivelul majorității țărilor, inclusiv în România, elevii care au apreciat că profesorul lor predă cu pasiune și interes, au obținut rezultate mai bune.

În studiile menționate anterior se evidențiază deficiențe la nivelul materialelor curriculare (programe școlare și manuale de matematică și științe), lacune și probleme în formarea inițială și continuă a profesorilor în predarea științelor, nevoia de materiale suport pentru predarea la științe (ghiduri, proiecte de lecții), lipsa dotării materiale în școli, rezultate nesatisfăcătoare la elevi. Toate aceste deficiențe și probleme presupunem că au efecte asupra învățării elevilor, în general, și la științe, în particular.

Ca soluții pentru dezvoltarea profesională a profesorilor din învățământul primar, în mai multe studii din România se sugerează organizarea unor lecții deschise, discuții și activități metodice, programe de formare (Magdaș & Drîngu, 2016), realizarea unor materiale informative, ghiduri metodologice sau manuale ale profesorului (Magdas & Drîngu, 2016; Magdaș et al, 2017), concentrarea sarcinilor elevilor pe activități practice de observare, de experimentare și investigare, rezolvare de probleme, activități distractive și interdisciplinare (Lalău, 2014).

Sintetizând, la nivel mondial, se sesizează că, în ultimii ani, cercetătorii nu și-au mai îndreptat atenția asupra formării reprezentărilor elevilor la științe, acesta fiind un subiect complex și insuficient investigat. Interesul nostru pentru investigarea formării reprezentărilor elevilor la științe poate fi explicat pe de o parte, de lacunele și problemele evidențiate în studii și pe de altă parte, de nevoile, sugestiile și recomandările cercetătorilor care au investigat aspecte privind învățarea la științe, în învățământul primar.

Cercetarea noastră își propune să fie un răspuns la unele dintre așteptările profesorilor, precum:



(1) nevoia de a cunoaște metodele și strategiile care influențează cel mai puternic învățarea elevilor la științe în învățământul primar (Magdaș & Drîngu, 2016; Magdaș et al, 2017), inclusiv formarea reprezentărilor, în vederea utilizării lor în practica în clasă;

(2) nevoia de a cunoaște mijloacele de învățământ și modalități eficiente de utilizare a lor pentru a influența cât mai puternic învățarea elevilor la științe în învățământul primar (Magdaș & Drîngu, 2016; Magdaș et al, 2017), inclusiv formarea reprezentărilor.

## 1.2 Repere Teoretice privind Reprezentările

În dicționare și în alte lucrări din psihologie, termenului „reprezentare” îi sunt atribuite mai multe semnificații. Pe de o parte reprezentarea este analizată ca proces și pe de altă parte, ca produs. Atât ca proces, cât și ca produs, reprezentarea este situată fie în mintea unei persoane și atunci discutăm despre reprezentări interne sau mentale, fie în mediul extern al persoanei și atunci ne referim la reprezentări externe (Zlate, 1999).

Reprezentarea mentală este definită ca: „entitate ipotetică care reprezintă un gând, o evocare sau ceva similar în timpul operațiilor cognitive” (APA, 2015, p. 641); „entitate cognitivă care reflectă, în sistemul mental al unui individ, o fracțiune din univers în afara acestui sistem” (Bloch, 2007, p. 753); construcții active și dinamice ale minții umane, care variază în funcție de experiențele individuale și care pot fi influențate de factori sociali și culturali (Bruner, 1974); „produs (image) de ordin secundar, opus primarității sau construirea imaginii obiectului actual și prezent, în absența acestuia și chiar fără ca existența să fie obligatorie” (Popescu-Neveanu, 1978, p. 617); „proiecție în sistemul cognitiv a realității externe” (Miclea, 1999, p. 159); proiecții ale realității, în mediul intern al subiectului, sub forma unor imagini schematice, etichete lingvistice, simboluri (Anderson, 2015; Mih, 2018); cunoștințe simplificate și abstractizate ca simboluri, structurate astfel încât să faciliteze urmărirea obiectivelor și planurilor într-un mediu complex (Martinez, 2013); „modele interiorizate pe care subiectul le construiește din mediul său și prin acțiunile sale asupra acestui mediu” (Bloch, 2007 p. 753). Se sesizează că nu există încă un consens în privința definirii reprezentării mentale (APA, 2015).

Zlate (1999) precizează că reprezentarea începe cu o percepție, dar se extinde până la nivelul conceptelor, care au caracter abstract. În plan funcțional, reprezentarea există în absența obiectului, prin urmare imaginea mentală are aproximări, dar facilitează generalitatea. Spre deosebire de percepție, care reproduce toate însușirile unei entități, reprezentările reproduc psihic

însușirile importante ale entității evocate. Reprezentarea presupune o prelucrare a informațiilor percepute despre subiect, respectiv o selectare a celor cu grad mare de generalitate, o asamblare a lor în structuri și sisteme stabile de imagini. Reprezentarea nu este doar o percepție „trecută și reprodusă”, ci „percepție trecută, prelucrată, îmbogățită”, reelaborată și apoi reprodusă (p. 193).

*Proprietățile generale* ale reprezentărilor sunt „figurativitatea”, „operativitatea” și „panoramizarea ” (Zlate, 1999, p. 214). *Proprietăți individualizatoare* ale reprezentării sunt „intensitatea”, „stabilitatea”, „gradul de completitudine”, „gradul de relevanță”, „gradul de generalitate” și „caracterul legăturii designative” (Golu, 2005; Popescu-Neveanu, 2013). Jodelet (1988, pp. 362-365) subliniază că reprezentarea, având proprietatea de a reflecta lumea externă, nu reproduce pasiv exteriorul în interior, ci într-un mod integrat, simbolic și semnificativ, constructiv, autonom, creativ și social.

Procesul de reprezentare este descris ca: proces cognitiv, prin care o persoană își formează în minte imaginea unei entități (obiect, eveniment, persoană) (Piaget, 1954); „un proces prin care un ceva absent este descris sau exprimat” (Cambridge, n.d.), este făcut prezent (Ingold, 2020), vizibil (Merriam-Webster, n.d.); „mecanism informațional-operațional de prelucrare primară a informațiilor” (Zlate, 1999, p.183); modalitate de codare și de stocare la nivelul memoriei a informațiilor despre realitate (Hebart et al, 2020; Lee, 2018; Sternberg & Sternberg, 2012); mod de codare a inputului în sistemul cognitiv, sub forme diverse: semantică, imagistică, serială sau prin valori de activare (Miclea, 1999); procesul prin care se stabilește corespondența între două elemente și care „are drept rezultat faptul că unul înlocuiește sau «prezintă altfel» pe celălalt” (Doron & Parot, 1991/2006, p. 670).

Zlate (1999) sintetizează mai multe mecanisme prin care se formează reprezentările, de exemplu: prin prelucrări (combinări, recombinații) și sistematizări ale însușirilor senzoriale; prin selecția însușirilor obiectelor în funcție de semnificația atribuită de persoană; prin intermediul cuvintelor se organizează reprezentările în sisteme, sunt fixate în conștiința persoanei, dobândesc sens și caracter generalizat; prin acțiunea persoanei.

Procesul de formare a reprezentărilor este influențat de: atenție, motivație, emoții, context social (Tytler et al, 2020). Acești factorii pot influența completitudinea, relevanța și stabilitatea reprezentărilor (Wixted & Thompson-Schill, 2018).

Golu (2005, p. 357) prezintă o clasificare a reprezentărilor în funcție de mai multe criterii. *După modalitatea senzorială dominantă* în structurarea conținutului informațional există

mai multe categorii de reprezentări: vizuale, auditive, tactile, kinestezice, auditive, olfactive, gustative. *După domeniile de referință cognitivă* există reprezentări științifice, tehnice, artistice, religioase. *După gradul de generalitate* există reprezentări individuale, reprezentări de specie, reprezentări de gen (clasă). *După gradul de complexitate* există reprezentări simple și reprezentări complexe. *După sursa generativă* există reprezentări ale memoriei și reprezentări ale imaginației. *După modul de generare* există reprezentări intenționate sau voluntare și reprezentări neintenționate sau involuntare. *După dimensiunea static-dinamic* există reprezentări statice și reprezentări dinamice. *După gradul de abstractizare* există reprezentări cu un grad moderat de abstractizare și reprezentări cu grad înalt de abstractizare. Zlate (1999) atenționează că nu există reprezentări pure și, că, de fapt, reprezentările sunt plurimodale.

Eysenck & Keane (1992) (citați în Zlate, 1999, p. 208) prezintă două categorii de reprezentări: reprezentări interne, care există în mintea subiectului și reprezentări externe. Reprezentările externe sunt constituite din semne sau simboluri care reprezintă obiecte ale cunoașterii, în absența aceluși obiect (Zlate, 1999). În categoria reprezentărilor externe se disting reprezentările picturale și reprezentările lingvistice. Reprezentările externe sunt văzute și împărtășite de alte persoane (Tippett, 2016).

În științe, cunoștințele științifice sunt construite și comunicate în diverse forme vizuale și simbolice (hărți, grafice, desene, diagrame, formule, modele), iar limbajul are un rol complex (Lemke, 1998). O reprezentare poate fi considerată un model științific când întruchipează caracteristicile esențiale ale obiectelor sau evenimentelor, fiind astfel integrativă, predictivă și explicativă (Gilbert, 2007, 2010). Modelele sunt reprezentate fizic în diverse moduri sau formate: modele la scară, ecuații, hărți, simulări pe computer, diagrame (Tippett, 2016).

### **1.3. Teorii pe care se Fundamentează Învățarea, la Științe**

#### ***Teoria cognitivă a învățării multimedia***

„Teoria cognitivă a învățării multimedia” [The cognitive theory of multimedia learning - CTML] susține că oamenii învață mai profund folosind cuvinte și imagini decât numai prin folosirea cuvintelor (Mayer 2005a). Multimedia reprezintă combinația de text și imagini, iar învățarea multimedia se realizează în situațiile în care reprezentările mentale sunt construite din aceste cuvinte și imagini (Mayer, 2005b). În multimedia, cuvintele pot fi scrise sau rostite, iar imaginile pot avea orice formă (grafice, fotografii, animație, video).

CTML se fundamentează pe trei ipoteze (Mayer & Moreno, 1998; Mayer, 2003): (1) pe baza *Teoriei memoriei de lucru* (Baddeley, 1986) și a *Teoriei codării duale* (Paivio, 1990), se evidențiază că memoria de lucru are două canale; (2) pe baza *Teoriei sarcinii cognitive* (Sweller, 1988,1994) se presupune ca fiecare subsistem al memoriei de lucru are capacitate limitată; (3) se consideră, de asemenea, că oamenii procesează activ și construiesc cunoașterea în moduri semnificative când acordă atenție materialului relevant, când îl organizează într-o structură mentală coerentă și îl integrează cu cunoștințele lor anterioare (Mayer, 1996, 1999). Mayer (2009) a identificat douăsprezece principii de instruire multimedia, care au fost dezvoltate ulterior în numeroase studii. Mayer (2005b) a sugerat și alte principii pentru învățarea multimedia, fără a fi bazate pe dovezi și care ar trebui demonstrate în cercetările viitoare.

### ***Teoria dezvoltării cognitive, în viziunea lui Vîgotsky***

Vîgotsky (Vygotsky, 1962, 1978) a susținut că dezvoltarea cognitivă a copilului se produce prin interacțiuni sociale. Pentru învățarea la științe, sunt relevante procesele de *mediere* și de *internalizare* descrise de Vîgotsky și conceptul *zona proximei dezvoltări* [ZPD]. *Medierea* este procesul prin care copilul își construiește instrumentele cognitive și își dezvoltă funcțiile psihice cu ajutorul altei persoane. Procesul de *internalizare* a activităților externe, care are ca efect formarea structurilor mintale și dezvoltarea gândirii, se produce în trei etape: implicarea copilului într-o activitate organizată și asistată de altă persoană; vorbirea cu voce tare a copilului pe parcursul rezolvării problemelor; internalizarea sau reprezentarea mentală a activității desfășurate. ZPD (Vygotsky, 1962, 1978) reprezintă zona în care copilul poate învăța ceva necunoscut. Această zonă reprezintă, de fapt, diferența dintre ceea ce copilul poate realiza sau rezolva independent într-un anumit moment sau într-o etapă din dezvoltarea sa intelectuală și ceea ce poate realiza când este sprijinit de altă persoană.

### ***Teorii referitoare la abordarea învățării și a predării prin schele***

Termenul de schelă a fost propus de Wood et al (1976). Schela este definită ca „procesul care permite unui copil sau novice să rezolve o problemă, să îndeplinească o sarcină sau să atingă un scop care ar depăși eforturile lui neasistate” (Wood et al., 1976, p. 90). Cu acest sprijin, copiii sunt capabili să atingă niveluri mai înalte de performanță decât ar fi putea fără schelă. În esență, schela funcționează ca un mediator în zona proximală de dezvoltare a copilului (Vygotsky 1978).

Schelele au fost definite, mai recent, ca „instrumente, strategii sau ghiduri care sprijină

elevii să obțină niveluri superioare de înțelegere” (Devolder et al, 2012, p. 4). Pe baza funcțiilor lor, au fost identificate patru tipuri de schele: conceptuale, metacognitive, procedurale și strategice (Hannafin et al. 1999; Hill & Hannafin 2001). Yelland și Masters (2007) folosesc termenul „schelă cognitivă” pentru instrumentele sau tehnicile care sprijină persoanele în dezvoltarea înțelegerii conceptuale și procedurale.

Schelele au fost diferențiate și după modul de livrare, astfel au fost identificate schele dure sau moi (Saye & Brush 2002; Sharma & Hannafin 2007), schele statice sau dinamice (Kim & Hannafin 2010), schele încorporate sau neîncorporate (Narciss et al, 2007), schele fixe sau adaptive, schele directe sau indirecte.

La implementarea schelelor, Smit et al (2013) susțin că este important să fie diagnosticate cunoștințele anterioare ale elevilor, să se acorde sprijin în zona lor de dezvoltare proximală și, ulterior, sprijinul profesorilor ar trebui să dispară treptat, iar elevii să desfășoare fără sprijin procesul de învățare.

#### ***Teorii care susțin strategia de învățare prin desenare***

„Teoria generativă a construcției desenului” este derivată din „Teoria învățării generative” (Mayer, 2014; Wittrock, 1992) și explică conversia unui text furnizat într-un desen (Van Meter & Garner, 2005).

## **1.4**

### **Starea Curentă a Domeniului**

#### ***Concepțiile profesorilor despre predare***

În procesul de învățământ se consideră că există o relație puternică între concepțiile despre predare, efectuarea predării și învățarea realizată de elevi (Taylor & Booth, 2015). Concepțiile despre predare se referă la natura conținutului destinat predării și despre modul cum ar trebui predat și învățat acel conținut (Da-Silva et al, 2006). Convingerile profesorilor influențează practica lor și pot reprezenta fie un facilitator, fie o barieră în învățare (Admiral et al, 2017). Profesorul și calitatea predării au efecte puternice în maximizarea rezultatelor elevilor (Darling-Hammond & Youngs, 2002).

Concepțiile profesorilor despre predare au fost explorate în studii educaționale (Chan & Elliott, 2004; Chen, 2014; Virtanen & Lindblom-Ylänne, 2010) și asociate cu experiența în predare și cu epistemologiile lor personale (Tsai, 2007). În privința predării la științe sau la discipline incluse în domeniul științe, există mai puține studii în care au fost explorate

concepțiile profesorilor (Alt, 2018; Da-Silva et al, 2006; Koballa et al, 2005). Concepțiile despre predare sunt explorate și clasificate în studii din perspective multiple: dimensiuni, modalități preferate de predare și învățare ale profesorilor, rolurile profesorilor și ale elevilor, orientări și propuneri (Chan & Elliott, 2004; Koballa et al, 2005).

În studiul realizat de Boulton-Lewis et al (2001) au fost stabilite patru categorii de concepții despre predare. Din perspectiva acestor concepții, profesorii au focalizat predarea pe: transmiterea conținutului; dezvoltarea abilităților; facilitarea înțelegerii; transformarea cognitivă, comportamentală și afectivă ca urmare stimulilor oferți de profesori pentru a-i angaja în activități de învățare.

Cercetările la nivel mondial au arătat că două tradiții referitoare la predare: „predarea centrată pe profesor” și „predarea centrată pe student” (Cuban, 2007; Lindblom-Ylänne et al, 2006; Samuelowicz & Bain, 2001). Predarea este descrisă de Fenstermacher & Soltis (2004) prin trei metafore, incompatibile conceptual: executivă, facilitatoare și eliberaționistă.

În privința metodelor de predare, Trigwell & Prosser (2004) au identificat cinci strategii de predare: (1) strategia centrată pe activitatea profesorului, concentrată pe transmiterea faptelor și aptitudinilor, așteptându-se ca elevii să-și amintească fapte și să rezolve probleme; (2) strategia centrată pe activitatea profesorului care îi ajută pe elevi să dobândească conceptele disciplinei și relațiile dintre ele și să rezolve probleme; (3) strategia interactivă realizată între profesor și elevi, prin care elevii dobândesc concepte și relațiile dintre ele printr-un proces activ de predare-învățare; (4) strategia centrată pe activitatea elevilor, prin care ei sunt ajutați să-și dezvolte viziunea sau concepția lor despre lume; (5) strategia centrată pe activitatea elevilor, prin care ei își reconstruiesc cunoștințele, viziunea sau concepția asupra lumii, fără ca profesorii să le transmită elevilor propriile concepții.

În viziunea lui Onwuegbuzie et al (2007), există două tipuri de abordări ale predării: predarea progresivă și predarea transmisivă. Alți cercetătorii grupează concepțiile despre predare și învățare în două categorii: cantitative și calitative (Chan, 2011). Chen (2014) explorează și descrie modelul tradițional chinezesc de predare, care este caracterizat prin transmiterea cunoștințelor printr-un proces imitativ, repetitiv și de memorare (Hughes & Yuan, 2005).

Zhang & Liu (2013), Donnelly et al (2014), Wang et al (2015) au diferențiat predarea tradițională de predarea constructivistă.

În alte studii, cercetătorii au investigat predarea din perspectiva utilizării tehnologiei

(Vanderlinde & van Braak, 2010). În România, cercetările au vizat opiniile și concepțiile profesorilor referitoare la manualele școlare digitale (Magdaș & Drîngu, 2016; Manasia et al, 2013).

### ***Cercetări despre utilizarea observării în predarea și învățarea la științe***

Observarea este abordată în cercetarea referitoare la educație și în didactica științelor ca acțiune și proces cognitiv, ca abilitate și ca o competență, ca metodă didactică, ca metodă, procedeu sau etapă în cercetare științifică. Efectul observării asupra învățării la științe este studiat în puține studii (Kos & Jerman, 2015). În cele mai multe studii, observarea este integrată în cadrul altor metode (metoda observațional-comparativă, metoda de laborator, metoda experimentală) (Meneghetti et al, 2017) sau modele de instruire: învățarea prin observare și descoperire (Barbacovi et al, 2018), modelul Predicție-Observație-Explicație (POE) (Zhao et al, 2021). Unele studii vizează materialele vizuale utilizate în observare (Eș, 2014).

Studiile raportează rezultatele unor activități de învățare bazate pe observare, în care au fost implicați elevii cu vârsta cuprinsă între 6-11 ani. Eberbach & Crowley (2009) au comparat observarea păsărilor realizată de copii cu observația realizată de experții în biologie. Eș (2014) a investigat modul de (re)prezentare a conceptelor de fructe și legume în manualele de științe din învățământul primar, cunoștințele elevilor și opiniile profesorilor despre aceste concepte, materialele didactice utilizate în învățământul preșcolar. Grancher et al (2015) propun două abordări de descoperire a lumii vii, ambele incluzând observarea.

Kos & Jerman (2015) au realizat o cercetare în care au implicat două grupuri de copii cu vârste de 5 și de 10 ani. Ei au primit sarcina să observe 37 de plante cu flori. Barbacovi et al (2018) au utilizat observarea, alături de alte strategii didactice, în cadrul unui experiment organizat cu elevii din clasa a II-a, referitor la germinarea porumbului și la studierea ciclului de viață al plantelor.

Meneghetti et al, (2017) au realizat o cercetare cu elevi de la clasa a IV-a, referitoare la ciuperci, cu scopul de a compara efectul metodei tradiționale cu al metodei de laborator. Jäggi & Stutz (2020) au amenajat un furnicar în clasă. Confruntarea cu realitatea și toate activitățile realizate au avut impact pozitiv asupra formării reprezentărilor lor *a priori*.

Damerou et al (2022) a examinat efectul modelelor anatomice, în educația științifică, asupra concepțiilor despre organele interne ale omului la elevii din școala primară. Un grup a folosit modele anatomice (modele haptice) și a efectuat experimente referitoare la hrănire, iar alt

grup a folosit ilustrații anatomice bidimensionale ale organelor interne. Intervenția a determinat schimbarea concepțiilor elevilor.

### ***Cercetări despre utilizarea experimentului în predarea și învățarea la științe***

Realizarea experimentelor de către elevi este esențială în predarea și învățarea la științe, dar și la disciplinele integrate în acest domeniu (biologie, fizică, chimie). La nivel mondial, numărul studiilor cu privire la realizarea unor experimente didactice în care au fost implicați elevi cu vârsta mică este mai restrâns. În studiile identificate, se remarcă diversitatea abordării experimentului. Unele studii descriu experimente realizate de copii la școală, în mod similar cu cele realizate autonom acasă și în care se cere să explice ce s-a întâmplat sau se va întâmpla (Tin, 2017, 2022). Alte studii descriu experimente integrate în cadrul unor medii de învățare, metode, activități sau modele de instruire, structurate pe etape: mediu de învățare structurat și bazat pe probleme (Leuchter et al, 2014), metoda experimentală aplicată într-o activitate de învățare prin observare și descoperire (Barbacovi et al, 2018), investigație științifică bazată pe experimentare și observație, o situație de tip „predicție, observare, interpretare” (Tin, 2019), activitate de laborator bazată pe metoda științifică (Bolzon et al, 2022).

Din multitudinea de studii, au fost selectate cele în care sunt descrise experimente didactice în care au fost implicați elevi cu vârsta mică, profesorii din învățământul primar sau viitorii profesori pentru învățământul primar și în care sunt abordate temele alese pentru această cercetare: „Germinarea semințelor” (Barbacovi et al, 2018; Bolzon et al, 2022; Jewell, 2002; Ürek, 2020; Vidal & Membiela, 2014), „Stările de agregare ale apei” (Black et al, 2011; Jung et al, 2020; Paik, 2015; Tin, 2019, 2022), „Plutirea corpurilor solide în apă” (Leuchter et al, 2014; Tin, 2017; Van Schaik et al, 2020).

În studii au fost explorate: reprezentările despre plante ale viitorilor profesori din învățământul primar (Jewel, 2002). În studiul realizat de Vidal & Membiela (2014) referitor la germinarea semințelor, activitatea practică s-a desfășurat cu grupuri de trei sau patru profesori stagiați. Acest studiu evidențiază că germinarea este mai complexă conceptual decât se consideră de obicei. Autorii studiului menționează că literatura raportează mai multe probleme, inclusiv concepții greșite la elevi, profesori și în manualele școlare.

### ***Cercetări despre utilizarea desenului în predarea și învățarea la științe***

La nivel mondial, în foarte multe studii, care vizează educația la științe, sunt analizate desenele copiilor cu scopuri diverse ale cercetării: explorarea înțelegerii la nivel conceptual



(Anderson et al, 2014); investigarea volumului cunoștințelor dobândite într-o intervenție formativă (Wilson & Bradbury, 2016); reprezentarea lumii plantelor (Comeau et al, 2019; Villanueva et al, 2021; Villarroel, 2016; Wilson & Bradbury, 2016 a, b); reprezentarea unor peisaje și a mediului (Eija et al, 2012; Eugenio-Gozalbo et al, 2020; Tamoutseli & Polyzou, 2010). Alte studii au analizat reprezentarea peisajelor și a mediului în desenele copiilor (Eija et al, 2012; Eugenio-Gozalbo et al, 2020; Tamoutseli & Polyzou, 2010).

În alte studii, s-a analizat utilizarea desenului ca instrument de cercetare în educația științifică (Chang et al, 2020), diferențele dintre desenul bazat pe tehnologie și desenul pe hârtie și creion (Cromley et al, 2020), efectul instrucțiunilor date pentru citirea unui text cu ilustrații științifice (Jian, 2018a), strategiile de citire a ilustrațiilor și de integrare a textului și a ilustrațiilor (Jian, 2018b), utilizarea desenului pentru a învăța (Fiorella & Zhang, 2018; Haney et al, 2004), opiniile profesorilor din învățământul preșcolar și învățământul primar cu privire la rolul desenului în predarea științelor (Areljung et al, 2021).

Areljung et al (2021) a intervievat profesorii din învățământul preșcolar și cel primar cu privire la rolul desenului în predarea științelor. S-a constatat că puțini dintre profesorii participanți la studiu asociază desenul cu învățarea științelor în mod specific. Ei au considerat desenul, mai degrabă, ca pe variație în predare și învățare. Observând activitățile din clase, cercetătorii au concluzionat că desenul ocupă o poziție relativ slabă ca mijloc de comunicare și învățare a științei și că, în predare, se pune accentul pe scris sau pe „realizarea unui produs”. Cercetătorii au descoperit că, totuși, există exemple în care profesorii folosesc în mod explicit desenul în învățarea științelor.

## 1.5

### Relevanța Cercetării

#### *Relevanța Cercetării Concepțiilor Profesorilor*

Relevanța studiului este dată de colectarea unor date consistente despre modalitățile de formare a reprezentărilor la elevi, la științe și aceste date ajută la înțelegerea mai profundă asupra a ceea ce ar trebui realizat în studierea științelor în România, prin raportare la situația din alte țări. În plus, studiul nostru completează un gol din literatură.

#### *Relevanța Cercetării Efectului Observării în Formarea Reprezentărilor*

Studiul nostru este relevant din următoarele motive: urmărim să testăm efectul observării asupra formării reprezentărilor elevilor în trei condiții (prin observarea directă a unor corpuri,

observarea lor în desene și în fotografii); încercăm să dovedim rolul fișelor de observare ca schele care facilitează și sistematizează observarea; instrumentele și materialele de concepție proprie, folosite în cercetare și descrierea riguroasă a cercetării ar putea permite replicarea cercetării și realizarea acestor activități didactice în diverse contexte.

#### ***Relevanța Cercetării Efectului Experimentului în Formarea Reprezentărilor***

Cercetarea noastră este importantă deoarece ne interesează să comparăm efectele experimentelor asupra formării reprezentărilor elevilor, prin comparație cu efectele unor activități în care audiază expunerile, explicațiile profesorului și observă experimente în desene și fotografii. Importanța studiului este justificată și prin faptul că urmărim să desfășurăm o activitate cu caracter inovator prin mixajul dintre două modele de instruire: modelul instrucțional al lui Gagné (1970) și modelul tradițional. În plus, este important să explorăm efectul unor fișe de activitate experimentală și de observare prin care oferim sprijin elevilor din învățământul primar în realizarea experimentelor.

#### ***Relevanța Cercetării Efectului Desenului în Formarea Reprezentărilor***

Cercetarea noastră este valoroasă din mai multe motive. În primul rând urmărim să explorăm efectele utilizării strategiei de învățare prin desen asupra reprezentărilor elevilor și să le comparăm cu cele ale utilizării strategiei de învățare centrată pe text (Fiorella & Zhang, 2018). În al doilea rând, urmărim să testăm elevii înainte și post-intervenție prin sarcini de desen și prin sarcini similare în scris, folosind verbalizarea pentru a avea o imagine cât mai clară asupra reprezentărilor lor. Credem că studiul nostru oferă o perspectivă originală și utilă asupra utilizării desenării și a desenelor în învățarea la științe și că materialele concepute și descrierea detaliată a cercetării ar putea reprezenta repere pentru alți profesori și pentru replicarea cercetării.

## CAPITOLUL II

### OBIECTIVELE CERCETĂRII ȘI METODOLOGIA GENERALĂ

#### 2.1. Obiectivele Cercetării

##### *Obiective Generale*

Această teză a avut ca scop abordarea unor aspecte teoretice, metodologice și practice referitoare la formarea la elevi a reprezentărilor la științe, în învățământul primar. Prin urmare, această cercetare a avut două obiective principale: (1) să investigheze concepțiile profesorilor metodiști din învățământul primar (PMÎP) despre reprezentări și practicile lor didactice utilizate în formarea la elevi a reprezentărilor la științe, în învățământul primar; (2) să investigheze efectele pe care le au anumite metode și strategii didactice asupra formării reprezentărilor la științe, în învățământul primar.

##### *Obiective Specifice*

Pentru a realiza primul obiectiv principal, am realizat o anchetă pe bază de interviu pentru a analiza concepțiile profesorilor metodiști din învățământul primar (PMÎP) despre reprezentări și practicile lor didactice utilizate în formarea la elevi a reprezentărilor la științe. Acești profesori sunt implicați în evaluarea activității didactice a altor profesori care lucrează în învățământul primar, fapt ce a favorizat diversificarea experiențelor și formarea unei perspective mai ample asupra activității de predare, învățare și evaluare din școlile din România. Am urmărit să surprindem concepțiile PMÎP referitoare la patru aspecte relevante pentru realizarea cercetării: conceptul de reprezentări; selectarea, utilizarea și eficiența mijloacelor de învățământ/materialelor didactice pentru formarea reprezentărilor științifice; eficiența și frecvența folosirii unor metode didactice în formarea reprezentărilor științifice; formarea la elevii de ciclu primar a reprezentărilor științifice în mod corect, eficient, sistematic și durabil.

Al doilea obiectiv principal l-am realizat prin intermediul studiilor 2, 3 și 4.

Studiul 2 a urmărit analizarea efectelor unor activități de învățare bazate pe observare directă asupra unor componente din mediu, prin comparație cu efectele unor activități de învățare bazate pe observarea acelorași componente în reprezentări vizuale statice (fotografii și desene).

Studiul 3 a vizat analizarea impactului unor activități de învățare bazate pe experiment asupra formării reprezentărilor elevilor la științe, comparativ cu impactul unor activități de

învățare bazate pe audierea explicațiilor profesorului și a observării unor experimente, în reprezentări vizuale statice (fotografii și desene).

Obiectivul studiului 4 a fost acela de a investiga eficiența desenării pe baza observării unor materiale vizuale statice (fotografii, desene și scheme), comparativ cu observarea reprezentărilor statice (fotografii, desene și scheme), aceste activități fiind organizate prin asociere și în completarea unor activități didactice bazate pe audierea și studierea unor texte ilustrate cu fotografii, desene și scheme.

Aceste intervenții au rolul de a dovedi rolul și eficiența unor metode și strategii didactice, prin comparație cu alte metode și strategii didactice și de a furniza și altor profesori pentru învățământul primar materiale suport pentru îmbunătățirea activității didactice.

## **2.2 Metodologia Generală a Cercetării**

În această cercetare s-a realizat un studiu calitativ în care s-a utilizat ancheta pe bază de interviu și trei studii cvasi-experimentale.

În studiul 1, pentru colectarea datelor privind concepțiile profesorilor metodiști din învățământul primar (PMÎP) referitoare la formarea reprezentărilor la elevii de vârstă școlară mică, la științe, s-a utilizat interviul individual. Selecția celor 10 profesori s-a realizat prin tehnica de eșantionare intenționată, tipică pentru cercetarea fenomenologică. Colectarea datelor s-a realizat printr-un ghid de interviu, de concepție proprie, validat de doi experți. În analiza datelor s-au parcurs mai multe etape: identificarea datelor; sortarea datelor în funcție asemănări și deosebiri; clasificarea datelor, generarea și descrierea categoriilor; verificarea fiabilității. Pe parcursul întregului studiu s-au respectat cerințele etice și legale privind protecția datelor personale ale participanților.

Celelalte studii (2, 3, 4) au fost studii cvasi-experimentale, cu design de tip pre-test - post-test și două sau trei grupuri experimentale. Echivalența claselor a fost stabilită pe baza unor teste de cunoștințe din domeniul științe, dobândite în clasa I (studiile 2, 4) și în clasa a III-a (studiul 3). Grupurile experimentale au fost alcătuite din 40-51 elevi. La toate cele trei studii, activitatea experimentală a cuprins trei etape: etapa pre-experimentală – aplicarea pretestelor; etapa intervenției formative; etapa post-experimentală – aplicarea posttestelor.

### CAPITOLUL III CONTRIBUȚII ORIGINALE DE CERCETARE

#### **3.1 Studiul 1: Concepțiile Profesorilor Metodiști din Învățământul Primar Referitoare la Construirea Reprezentărilor la Elevii de Vârstă Școlară Mică, la Științe**

##### **3.1.1 Introducere**

Concepțiile despre predare ale profesorilor din învățământul primar au fost investigate în puține studii (Alt, 2018; Vanderlinde & van Braak, 2010; Wang et al, 2015). Wang et al (2015) au asociat concepțiile despre predare, distinse la profesorii din învățământul primar, în două modele: modelul tradițional, în care elevii sunt considerați destinatari pasivi ai cunoștințelor și modelul constructivist, în care profesorii îi ajută pe elevi să fie gânditori critici.

Studiile realizate în România asupra concepțiilor și percepțiilor profesorilor din ciclul primar au vizat manualele școlare digitale la diverse discipline și cicluri de învățământ, inclusiv cel primar (Manasia et al, 2013), manualele la diverse discipline din ciclul primar (Lalău, 2014), manualele digitale din ciclul primar (Magdaș & Drîngu, 2016) și manualul digital de „Matematică și explorarea mediului: Clasa a II-a” (Buzilă et al, 2017; Magdaș et al, 2017).

Rezultatele referitoare la manualele digitale și utilizarea lor sugerează o schimbare a percepțiilor profesorilor, de la retinerea lor, lipsa informațiilor, insuficienta familiarizare și instruire pentru a le integra eficient în predare (Manasia et al, 2013; Magdaș & Drîngu, 2016) la familiarizarea cu manualul, cunoașterea rolurilor manualului și dispariția dificultăților tehnice în utilizare (Magdaș et al, 2017).

Deoarece concepțiile profesorilor despre predare, învățare și mijloace de învățământ au influență în alegerile, deciziile și acțiunile lor didactice, este important ca acestea să fie investigate cu atenție și cunoscute. Convingerile profesorilor despre reprezentări, despre mijloacele de învățământ și metodele cele mai potrivite în formarea lor ar putea determina acțiunile profesorilor în clasă, în organizarea predării, învățării și evaluării.

În acest context, am optat să obținem date calitative prin intermediul interviului semi-structurat, deoarece subiecții pot construi discursuri ample pentru a răspunde la întrebări, iar analiza tematică a acestora permite identificarea unor structuri comune (Creswell & Creswell,

2018; Popa et al, 2009) și clarificarea unor aspecte de interes pentru cercetare (Bocoș et al, 2021).

### ***Scop și întrebări de cercetare***

Scopul studiului îl constituie investigarea concepțiilor profesorilor metodiști din învățământul primar (PMÎP) despre reprezentări și practicile lor didactice utilizate în formarea la elevi a reprezentărilor la științe, în învățământul primar. Acești profesori sunt angrenați în evaluarea activității didactice a altor profesori care lucrează în acest nivel de învățământ, fapt ce a facilitat diversificarea experiențelor.

Pentru derularea studiului au fost formulate următoarele întrebări de cercetare:

1. Ce înțeleg profesorii metodiști din învățământul primar (PMÎP) prin reprezentări?
2. Care sunt concepțiile PMÎP despre selectarea, utilizarea și eficiența mijloacelor de învățământ/ materialelor didactice pentru formarea la elevii de învățământul primar a reprezentărilor științifice?
3. Care sunt concepțiile PMÎP despre eficiența și frecvența folosirii unor metode didactice în formarea la elevii din învățământul primar a reprezentărilor științifice?
4. Care sunt concepțiile PMÎP despre formarea la elevii de învățământul primar a reprezentărilor științifice?

### ***3.1.2 Metoda***

#### ***Participanți***

Pentru a obține o variație bogată a concepțiilor care sunt relatate în interviuri, a fost utilizată tehnica de eșantionare intenționată, tipică pentru cercetarea fenomenologică. Selecția participanților la interviu s-a realizat pe baza criteriilor: (a) încadrare în sistemul de învățământ anul școlar 2021-2022; (b) calitatea de a fi profesor metodist pentru învățământul primar (PMÎP); (c) experiență mai mare de trei ani în evaluarea lecțiilor și a altor activități didactice la ciclul primar.

PMÎP au fost informați asupra scopului cercetării, a condițiilor de participare și a modului de folosire a datelor colectate. Am obținut consimțământul informațional de la PMÎP prin intermediul unui „Formular de consimțământ”. Am asigurat confidențialitatea datelor personale ale PMÎP și am respectat toate cerințele etice și legale impuse în desfășurarea studiului.

### ***Colectarea datelor***

Datele au fost colectate între decembrie și februarie 2022. Ca instrument de colectare a datelor fenomenologice a fost folosit „Ghidul de interviu”, elaborat de cercetătoare pe baza recomandărilor din literatura de specialitate (Popa et al, 2009). Întrebările din „Ghidul de interviu” au fost supuse analizei a doi experți din domeniul psihologiei și didacticii științelor, ulterior fiind validate. În raport cu scopul și întrebările cercetării, ghidul de interviu a cuprins 13 întrebări deschise, grupate în patru categorii de conținut: conceptul de reprezentare (I1); mijloace de învățământ/ materiale didactice (I2, I3, I4, I5); strategii, metode didactice și modele de instruire (I6, I7); procesul de formare a reprezentărilor (I8, I9, I10, I11, I12, I13). Ideile PMÎP despre reprezentări și formarea lor au fost colectate în format scris.

### ***Analiza datelor***

Intervistații au primit coduri în formatul I1, atribuite înaintea înregistrării (I – interviuat, 1 – ordinea în baza de date). În analiza datelor fenomenografice au fost efectuați următorii pași: (a) Interviuurile realizate au fost citite de mai multe ori pentru a identifica ideile primare cu privire la concepțiile PMÎP despre reprezentări și modul lor de formare la elevi; (b) aceste idei primare, bazate pe reflecție, au fost evidențiate prin asemănările și diferențele dintre ele; (c) pe baza asemănărilor, diferențelor și a semnificației fiecărei idei primare au fost distinse categoriile; (d) au fost descrise categoriile; (e) în cadrul categoriilor au fost stabilite relații ierarhice (Åkerlind, 2005; Bowden, 2000). Colectarea de date cu focalizare profundă pe aspectele cercetate, descrierile detaliate ale interviuaților, revizuirea de mai multe ori a analizei datelor de către cercetătoare, codificarea evaluată de experți în psihologie, în științele educației și cu experiență în analiza calitativă a datelor, analiza și feedback-ul din partea experților au contribuit la validitatea studiului. Furnizarea dovezilor privind coerența procesului de cercetare, aplicarea unei metodologii recunoscute, documentarea transparentă, colectarea atentă a datelor prin interviuri, dezvoltarea categoriilor descriptive au asigurat fiabilitatea studiului.

### ***3.1.3 Rezultate***

#### ***Categoriile de concepții ale PMÎP despre reprezentare***

Prin compararea discrepanțelor și a asemănărilor dintre discursurile PMÎP, concepțiile despre reprezentări, ilustrate prin metoda fenomenologică, se structurează spre trei direcții sau categorii majore de concepții: reprezentarea ca proces, ca o capacitate și reprezentarea ca produs.

***Categoriile de concepții ale PMÎP despre mijloacele de învățământ-folosite în formarea la elevi a unor reprezentări, la științe***

După analizarea mijloacelor de învățământ menționate în discursuri ca fiind utilizate de PMÎP în formarea la elevi a unor reprezentări la științe, au fost generate patru categorii majore („Mijloace obiectuale”, „Mijloace audio-vizuale”, „Materiale vizuale statice”, „Materiale vizuale dinamice”) care reflectă concepțiile PMÎP, iar în cadrul acestora au fost incluse 15 subcategorii. La nivel de colectiv, categoriile și subcategoriile dezvăluie un ansamblu larg de mijloace de învățământ utilizate de PMÎP în formarea reprezentărilor la științe. La nivel individual, rezultatele indică diferențe între PMÎP, unii dintre aceștia folosind un palier mai extins de mijloace de învățământ/ materiale didactice decât alții. PMÎP utilizează mai mult „Materiale vizuale statice”. Mai puțin utilizate sunt „Materialele vizuale dinamice”.

***Categoriile de concepții ale PMÎP despre eficiența mijloacelor de învățământ utilizate în formarea reprezentărilor elevilor, la științe***

Au fost generate trei categorii majore („Mijloace obiectuale”, „Materiale vizuale statice”, „Materiale vizuale dinamice”) și 7 subcategorii care reflectă concepțiile PMÎP. Cele mai eficiente mijloace de învățământ în formarea reprezentărilor la științe au fost considerate cele din categoriile „Mijloacele obiectuale” și „Materialele vizuale dinamice”. Cele mai eficiente mijloace de învățământ au fost considerate: „Fotografiile”, urmate de „Obiecte și materiale naturale”, „Obiecte și materiale artificiale”, „Desene și picturi”, menționate de cei mai mulți PMÎP (50-60%). „Materialele vizuale statice” au fost considerate ca fiind și cel mai puțin eficiente în formarea reprezentărilor elevilor la științe. 10% PMÎP consideră cel mai puțin eficiente „materialele pe care elevii nu le manevrează”.

***Categoriile de concepții ale PMÎP despre selectarea mijloacelor de învățământ utilizate la științe***

Au fost generate șapte categorii majore: „Caracteristicile mijloacelor de învățământ”, „Conținutul reprezentat”, „Scop/ obiective”, „Metodologie”, „Forma de organizare”, „Elevi”, „Timp”. La nivel de colectiv, se dezvăluie un ansamblu larg de criterii utilizate de PMÎP în alegerea mijloacelor de învățământ pentru a forma reprezentări la științe. La nivel individual, rezultatele indică diferențe între PMÎP, unii dintre aceștia având în vedere un palier mai extins de criterii decât alții. Numărul de criterii variază astfel: 11 criterii (10%), 8 criterii (10%), 3 criterii (10%), 2 criterii (30%), un criteriu (40%). Cel mai mult au fost luate în considerare de PMÎP



următoarele criterii: „Obiectivele activității” (50%), „Natura, specificitatea conținutului” (40%). Celelalte criterii au fost luate în considerare de 1-2 PMÎP.

***Categoriile de concepții ale PMÎP despre modul de folosire a unor materiale didactice în formarea la elevi a unor reprezentări de calitate bună, la științe***

Au fost generate două categorii majore care reflectă concepțiile PMÎP. La nivel de colectiv, se dezvăluie două modalități în folosirea materiale didactice în formarea la elevi a unor reprezentări de calitate bună, la științe: o modalitate tradițională centrată pe profesor și o modalitate modernă, centrată pe elev. La nivel individual, rezultatele indică diferențe între PMÎP, astfel 40% PMÎP le folosesc tradițional, 60% PMÎP le folosesc modern, un PMÎP folosește ambele modalități, iar discursul unui PMÎP a fost neclar.

***Categoriile de concepții ale PMÎP despre metodele didactice folosite în formarea reprezentărilor la elevi, la științe***

Referitor la metodele didactice utilizate de PMÎP în formarea la elevi a unor reprezentări la științe, au fost generate patru categorii majore („Metode expozitive”, „Metode bazate pe dialog”, „Metode de explorare”, „Metode bazate pe acțiune”) care reflectă concepțiile PMÎP și 11 subcategorii.

La nivel de colectiv, se dezvăluie un ansamblu larg de metode didactice utilizate mai frecvent în formarea reprezentărilor la științe. 40% PMÎP menționează 4-7 metode, iar 60% câte 1-3 metode. Cel mai frecvent în formarea reprezentărilor la științe au fost utilizate „Metodele expozitive” („Explicația”, „Demonstrația”, „Expunerea”), „Metodele bazate pe dialog” („Conversația”) și „Metodele bazate pe acțiune”, („Exerciții”). Cel mai frecvent au fost utilizate metodele „Conversația” (90%), „Exercițiul” (60%), „Explicația” (50%).

***Categoriile de concepții ale PMÎP despre eficiența unor strategii și metode didactice în formarea reprezentărilor la elevi, la științe***

Referitor la cele mai eficiente metode didactice în formarea la elevi a unor reprezentări la științe, au fost generate patru categorii majore („Metode expozitive”, „Metode bazate pe dialog”, „Metode de explorare”, „Metode bazate pe acțiune”) și 11 subcategorii. Cele mai eficiente metode în formarea reprezentărilor la științe au fost considerate: „Metodele de explorare” („Observarea”, „Experimentul”), „Metodele bazate pe acțiune” („Jocurile”, „Exerciții”, „Activitățile practice”) și „Metodele bazate pe dialog” („Conversația”). Cele mai eficiente au fost considerate metodele „Observarea” (70%), „Jocurile” (60%), „Experimentul” (40%).

### ***Categorii de concepții ale PMÎP despre modelele de instruire utilizate în formarea la elevi a unor reprezentări, la științe***

Au fost generate zece categorii majore, asociate cu zece modele de instruire: modelul tradițional, „Modelul învățării secvențiale a cunoștințelor”; modelul „Evocare-Realizarea sensului-Reflecție; modelul „Știu-Vreau să știu-Am învățat, modelul învățării prin descoperire; modelul „Flipped Classrom”, modelul învățării prin explorare și descoperire, modelul învățării prin investigație, modelul bazat pe problematizare, modelul bazat pe rezolvare de probleme.

La nivel de colectiv, se dezvăluie un ansamblu larg de modele de instruire utilizate de PMÎP în formarea reprezentărilor la științe. Un PMÎP a enumerat 7 modele de instruire. 80% PMÎP au enumerat etapele unui model de instruire.

### ***Categorii de concepții ale PMÎP despre modalitățile de valorificare a reprezentărilor elevilor în dobândirea noilor cunoștințe***

Activitățile în care PMÎP valorifică reprezentările elevilor în dobândirea noilor cunoștințe, au fost incluse în patru categorii majore („Activități expositive”, „Activități bazate pe dialog”, „Activități bazate pe acțiune”, „Activități de evaluare”) și 10 subcategorii.

La nivel individual, rezultatele indică diferențe între PMÎP, unii dintre aceștia considerând un palier mai extins de activități didactice decât alții. 40% PMÎP enumeră 3-4 tipuri de activități, iar 60 % PMÎP menționează 1-2 metode.

PMÎP au considerat că valorifică cel mai mult reprezentările elevilor în dobândirea noilor cunoștințe în „Activitățile bazate pe dialog” și în „Activitățile bazate pe acțiune”. Activitățile menționate de cei mai mulți PMÎP (4 nominalizări) sunt cele în care se utilizează „Exemplificările”, „Discuțiile” și „Conversația”.

### ***Categorii de concepții ale PMÎP despre metodele utilizate pentru ca elevii să învețe să își formeze singuri reprezentări***

Metodele și procedeele utilizate de PMÎP pentru ca elevii să învețe să își formeze singuri reprezentări, au fost incluse în patru categorii majore („Metode expositive”, „Metode de explorare”, „Metode bazate pe acțiune”, „Metode bazate pe dialog”) și 11 subcategorii. PMÎP au considerat că utilizează cel mai mult pentru a-i ajuta elevii să învețe să își formeze singuri reprezentări „Metodele bazate pe acțiune” și în „Metodele de explorare”. Metodele menționate de cei mai mulți PMÎP (40-50%) sunt „Studiul individual /Învățare ghidată” și „Exercițiile”.

### ***Categorii de concepții ale PMÎP despre metodele utilizate în corectarea unor reprezentări/concepții greșite ale elevilor, la științe***

Au fost generate cinci categorii majore („Metode expositive”, „Metode bazate pe acțiune”, „Metode bazate pe dialog”, „Metode de explorare”) și 10 subcategorii. 10% PMÎP a precizat 7 metode, 20% PMÎP au precizat 3-4 metode, iar 70% PMÎP au precizat 1-2 metode. PMÎP au considerat că utilizează în acest scop cel mai mult discuțiile, urmate de exemplificări și explicații.

### ***Categorii de concepții ale PMÎP despre strategiile utilizate pentru sistematizarea reprezentărilor***

Au fost generate patru categorii majore: „Schematizare”, „Sintetizare”, „Sistematizare verbală/orală”, „Aplicare” și 5 subcategorii. La nivel colectiv, PMÎP au considerat că utilizează un ansamblu de metode pentru a-i ajuta elevii să își sistematizeze reprezentările: „Organizatorii grafici”, „Recapitulare”, „Conversație”, „Discuții între elevi”, „Rezolvare sarcini date ” La nivel individual, „Organizatorii grafici” au ponderea cea mai mare (50 %).

### ***Categorii de concepții ale PMÎP despre procedee/ proceduri/ metode/ strategii utilizate pentru ca elevii să păstreze reprezentările în memorie***

Au fost generate șase categorii majore: „Evocare”, „Contextualizare”, „Înțelegere”, „Repetare”, „Aplicare”, „Evaluare” și 11 subcategorii. La nivel colectiv, PMÎP au considerat că utilizează un ansamblu de metode pentru ca elevii să păstreze reprezentările în memorie activând o serie de proceduri de organizare a informațiilor, proceduri de repetare și proceduri de asociere. Recapitularea are ponderea cea mai mare (40%), urmată, la egalitate, de jocuri (30%) și de exerciții (30%).

#### **3.1.4 Discuții și Concluzii**

##### ***Concepțiile PMÎP despre reprezentări***

Răspunsurile PMÎP dezvăluie un ansamblu larg de idei despre reprezentări, care reflectă varietatea de definiții din psihologie și semnificațiile atribuite acestui termen: proces, capacitate, produs intern sau produs extern. Prezentarea sumară, incompletă a atributelor, fără diferențiere între esențial și neesențial ne induce impresia că profesorii au cunoștințe empirice despre reprezentări. Aceste rezultate sunt similare celor obținute din studiul realizat de (Danish et al, 2020). Aceste rezultate ar putea fi explicate prin faptul că în formarea inițială și cea continuă a

profesorilor se acordă puțină atenție reprezentărilor și formării lor la elevi. O altă explicație ar putea fi faptul că la nivelul documentelor curriculare oficiale (programe școlare, manuale) nu se insistă pe formarea reprezentărilor, prin urmare presupunem că profesorii vor fi puțin preocupați de formarea reprezentărilor la elevi atât din perspectivă teoretică, cât și practică.

***Concepțiile PMÎP despre folosirea mijloacelor de învățământ în formarea la elevi a unor reprezentări, la științe***

În privința mijloacelor de învățământ utilizate în formarea reprezentărilor la științe, răspunsurile PMÎP ne indică folosirea unui ansamblu larg de astfel de materiale didactice, care sunt încadrate în mai multe categorii, dar fără a acoperi toate posibilitățile din literatură (Dulamă & Roșcovan, 2007). Rezultatele sunt similare celor din alte studii în care se constată de profesorii folosesc pe scară largă obiectele de învățare pentru a lucra cu elevii la dezvoltarea reprezentărilor lor mentale (Sotirova, 2020).

La nivel individual, rezultatele indică un dezechilibru: astfel doar 20% participanți folosesc mijloace variate, încadrate în 9-12 subcategorii, iar cei mai mulți (70%) folosesc un palier restrâns de mijloace, încadrate în 1-3 subcategorii. Faptul că mai mulți PMÎP precizează că folosesc desenele și fotografiile (70%), filmele (40%), obiecte și materiale naturale, machete și mulaje (30%) ne indică o orientare spre utilizarea unor materiale ușor de găsit și de utilizat. Sotirova (2020) constată că 58% dintre profesorii din ciclul primar folosesc computerele pentru prezentarea de imagini etc.

Referitor la eficiența mijloacelor de învățământ în formarea reprezentărilor la științe, răspunsurile PMÎP relevă concordanță cu cele menționate anterior. Cele mai au fost considerate: fotografiile (60%), desenele, picturile, obiectele și materiale naturale și cele artificiale (50%), filmele și jocurile online (40%).

În alegerea mijloacelor de învățământ pentru a fi folosite în formarea reprezentărilor la științe, PMÎP folosesc o varietate mare de criterii sau motive: scopul/obiectivele; caracteristicile mijloacelor de învățământ/ materialelor didactice; conținutul reprezentat; forma de organizare a activității; caracteristicile elevilor; timpul. La nivel individual, răspunsurile indică un dezechilibru: astfel 20% PMÎP țin cont de 8-11 criterii în alegerea mijloacelor de învățământ, iar 80% dintre ei le selectează pe baza de 1-3 criterii. Criteriile de care țin cont cei mai mulți PMÎP în alegerea mijloacelor sunt obiectivele activității (50%), natura /specificitatea conținutului (40%), în timp ce de celelalte criterii țin cont doar 10-20% dintre PMÎP. În studiul realizat de

Danish (2020), criteriile de selecție cel mai frecvent utilizate au fost capacitatea elevilor, urmată de preferința profesorului, relevanța curriculară și relevanța pentru elevi, înțelegerea reprezentării, preferința profesorului.

Răspunsurile PMÎP privind modul de folosire a unor materiale didactice în formarea la elevi a unor reprezentări de calitate bună, la științe, indică două modalități: modalitate modernă, centrată pe elev (60%), un model „centrat pe acțiune, caracterizat prin activism, căutare de informații, urmărirea obținerii de satisfacții din învățare, inițiativă, rezolvare de probleme și autodidaxie” (t, 2012, p. 20) și o modalitate tradițională centrată pe profesor (40%), un model „centrat pe input caracterizat de pasivitate, recepționare de informații, „acoperirea unui deficit”, responsivitate la stimuli din exterior, transfer de cunoștințe și deprinderi, nevoie unui profesor” (Paloș, 2012, p. 20).

### ***Concepțiile PMÎP despre strategiile/ metodele didactice folosite în formarea reprezentărilor la elevi, la științe***

În privința strategiilor/ metodelor didactice folosite în formarea reprezentărilor la elevi la științe, se remarcă faptul că PMÎP se referă, în principal, la metode de predare, acest termen fiind consacrat în sistemul de învățământ din România (Cerghit, 2006). Cu toate că PMÎP fac referire la un palier vast de metode, acestea au fost încadrate în categoriile existente în literatura autohtonă: „metode expositive”, „metode bazate pe dialog”, „metode de explorare”, „metode bazate pe acțiune” (Cerghit, 2006). Faptul că, în formarea reprezentărilor la științe, cel mai frecvent au fost folosite „metodele expositive” (24 nominalizări), ne indică o predare transmisivă în care se pune accentul pe distribuirea cunoștințelor către cei care învață (Onwuegbuzie et al, 2007), o concepție cantitativă, focalizată pe cantitatea de cunoștințe dobândite și reproduse, pe rolul profesorului ca transmițător al informațiilor și ca evaluator și pe rolul elevului ca receptor (Chan & Elliott, 2004). Folosirea predominantă a metodelor expositive ne relevă o predare centrată pe profesor, care controlează ceea ce se predă, când și în ce condiții se predă (Cuban, 2007).

Un aspect important relevant și esențial pentru predarea la științe în învățământul primar este folosirea explicației de către 50% dintre PMÎP. Dintre „Metodele bazate pe dialog”, faptul că 90% PMÎP folosesc conversația, aceasta fiind metoda cel mai frecvent folosită, are importanță mare. Dintre „Metodele bazate pe acțiune”, exercițiile sunt utilizate cel mai mult (60%). Ne-am așteptat ca observarea, experimentul și jocurile didactice să fie mai mult utilizate în formarea

reprezentărilor. Cu toate că observarea a fost menționată doar de 3 PMÎP, iar experimentul și jocurile didactice nu au fost menționate, credem că aceste metode sunt folosite în lecțiile de științe, dar mai rar. În învățarea științelor, experimentul este una dintre metodele frecvent folosite și apreciate, precum și jocurile. Se constată, că PMÎP folosesc diferite strategii de predare pentru a asigura învățarea, similar profesorilor din alte țări (Goodrum et al, 2001). Aceste strategii și metode sunt utilizate și la alte discipline de învățământ.

### ***Concepțiile PMÎP despre procesul de formare la elevi a unor reprezentări, la științe***

Faptul că procesul de formare a reprezentărilor elevi la științe este structurat conform a zece modele de instruire indică o predare diversificată metodologic, racordată la modelele teoretice și metodologice descrise în literatură. Cu toate că la nivel de metode, concepțiile indică o predare centrată pe profesor, la nivel de modele de instruire, concepțiile analizate indică o instruire centrată pe elev. Mulți PMÎP (50%) au indicat modelul tradițional și învățarea secvențială a cunoștințelor (ÎSC) (propus de Gagné, 1968), model promovat, preferat și conservat în România în ultimele decenii la toate disciplinele de învățământ atât în formarea inițială, cât și în cea continuă. Rezultatele indică folosirea unor modele constructiviste ale predării (similar cu Wang et al, 2015) „Evocare-Realizarea sensului-Reflecție” (ERR) (30%) și „Știu-Vreau să știu-Am învățat”.

În privința modalităților de valorificare a reprezentările elevilor în dobândirea noilor cunoștințe, așteptările noastre au vizat concepțiile referitoare la folosirea cunoștințelor anterioare de care dispun elevii pentru a le integra cu noile informații. Rezultatele indică o varietate mare de activități în care profesorii susțin că valorifică reprezentările elevilor, ceea ce indică ancorarea învățării la științe în paradigma constructivistă a învățării și a instruirii (concluzii similare constatate de Wang et al, 2015). Reprezentările elevilor sunt valorificate cel mai mult în activitățile celor bazate pe dialog (60%), în „Exemplificări” „Discuții” și „Conversații” (40%). Cu toate că 60% PMÎP menționează 1-2 activități în care valorifică reprezentările, se presupune că, în realitate ei le folosesc intuitiv, natural, implicit, în mai multe activități, dar fără ca intenția și practica lor să fie corelată explicit cu acest scop.

Concepțiile referitoare la metodele și procedeele didactice utilizate pentru ca elevii să învețe să își formeze singuri reprezentări indică orientarea spre învățarea experiențială care poate fi realizată individual, în contexte din realitate prin „Studiu individual/Învățare ghidată” (50%), „Exerciții” (40%), „Observare” (30%), „Experimente” „Activități practice”, „Studii de caz”,

„Vizionarea filmelor”, dar și prin împreună cu alte persoane, prin „Conversație” urmată de „reflectare”.

Pentru corectarea unor reprezentări/concepții greșite ale elevilor sunt descrise o diversitate de strategii, unele dintre acestea fiind centrate pe profesor (precizarea explicită a greșelii, explicarea corectă a unor aspecte reprezentate greșit la nivel mental sau fizic de către elevi, realizarea unor comparații, oferirea unor exemple pentru facilitarea comparațiilor, oferirea unor sugestii și a unor indicii), altele centrate pe elev (discuții între elevi, efectuarea unor exerciții pentru identificarea lacunelor, greșelilor, neconcordanțelor, repetarea unor exerciții până corectează greșeala, refacerea unui exercițiu/probleme/desen). Unele strategii se bazează pe conversație euristică cu scopul de a ghida prin întrebări elevii în descoperirea sau să deducerea greșelilor.

Sistematizarea mentală a reprezentărilor este foarte importantă pentru a facilita îmbogățirea ulterioară a lor prin noi învățări. Concepțiile PMÎP indică realizarea organizatorilor grafici (50%) ca modalitate prin care se asigură organizarea mentală cunoștințelor din baza proprie de cunoștințe. În concepția PMÎP alte strategii de sistematizare a reprezentărilor sunt cele orale, fie prin conversație, fie prin discuții între elevi, această modalitate făcând trimitere la „dirijarea învățării” descrisă de Gagné (1968). Rezolvarea unor sarcini date de profesor este considerată, de asemenea, o strategie utilă în sistematizarea reprezentărilor de către 30% dintre PMÎP. Este evidențiat și rolul lecțiilor de recapitulare în sistematizarea reprezentărilor.

La finalul studiului se conturează câteva concluzii:

Pe baza analizei discursurilor și a interpretării lor, la finalul studiului se relevă o imagine de ansamblu asupra concepțiilor PMÎP despre reprezentări și practicile lor didactice utilizate în formarea la elevi a reprezentărilor la științe, în ciclul primar. Referitor la termenul de reprezentare, concepțiile indică idei variate, disparate, relaționate parțial cu conținutul științific al conceptului de reprezentare, prin urmare acest mod de înțelegere a reprezentărilor ar putea avea efect asupra învățării la științe.

Concepțiile referitoare la mijloacele de învățământ, pe ansamblu, indică un palier larg de mijloace variate, dar, la nivel individual, cei mai mulți PMÎP utilizează, în mod predominant, puține mijloace, manualul cu materialele incluse ocupând un loc important. Folosirea mijloacelor de învățământ în învățarea la științe este influențată pozitiv de concepțiile PMÎP referitoare la eficiența lor.

În privința strategiilor/ metodelor didactice, concepțiile PMÎP indică ca eficiente metodele bazate pe explorare și pe acțiune, dar, în privința frecvența folosirii lor, concepțiile se focalizează pe metodele expositive, centrate de profesor și pe cele bazate pe dialog.

Concepțiile PMÎP despre formarea, la științe, a reprezentărilor științifice, sistematizate și temeinice, în mod individual și despre corectarea unor reprezentări/concepții greșite ale elevilor ne indică modalități utilizate la multe discipline de învățământ, fără a se evidenția modalități specifice. Declararea, în puține cazuri, a utilizării observării, a experimentului, a jocurilor, a desenării în formarea reprezentărilor științifice la științe reprezintă o bună premisă pentru cercetările experimentale propuse în această teză.

Faptul că răspunsurile au fost colectate în scris, ar putea fi considerată o limită a cercetării deoarece nu s-au utilizat întrebări prin care să se solicite date suplimentare cu scopul de a aprofunda aspectele investigate. De asemenea, colectarea datelor prin scrierea discursurilor de către intervievați ar putea fi influențată de existența unor enunțuri teoretice prezentate în literatura din domeniile psihologiei și didacticii științelor. O altă limită ar putea fi faptul că, deși ancheta pe bază de interviu individual s-a întemeiat pe principiul colaborării, relevanța răspunsurilor formulate a depins de deschiderea intervievaților de a furniza detalii, precum și de poziționarea centrală sau marginală față de problematica studiului, în funcție de optica personală.

Având în vedere absența altor studii referitoare la percepțiile PMÎP sau ale profesorilor privind formarea reprezentărilor elevilor la științe, cercetarea poate fi extinsă: prin utilizarea ghidului de interviu în alte studii și prin aprofundarea aspectelor investigate prin solicitarea unor răspunsuri mai extinse; prin decuparea unor părți din problematica investigată și aprofundarea lor.

Cercetarea a inclus aspecte metodologice originale, precum gruparea pe categorii, în tabele de date, a selecției de răspunsuri a PMÎP cu scopul de a oferi o abordare transparentă a logicii cercetătorului și de a facilita interpretarea și înțelegerea lor de către alte persoane. „Ghidul de studiu” are caracter original și poate reprezenta un reper în organizarea altor cercetări educaționale.



## **3.2 Studiul 2: Efectele unor Activități de Învățare Bazate pe Observare asupra Formării Reprezentărilor Elevilor, la Științe**

### **3.2.1. Introducere**

În procesul de învățare la științe ne interesează mai multe semnificații referitoare la observare: ca acțiune și proces cognitiv, ca metodă didactică și ca metodă de cercetare științifică. Abilitatea de a observa este importantă în primii ani de viață și în știința primară (Covill & Pattie, 2002; de Bóo, 2006; Harlen, 2000; Johnston, 2009). Copiii observă zilnic lumea pentru a afla despre ea (Rogoff et al, 2003), folosesc simultan mai multe simțuri (Johnston, 2011, 2013), observarea, ca abilitate generală însemnând mai mult decât a vedea obiectele și a descriere trăsăturile de suprafață (Chinn & Malhotra, 2002).

Treptat, copiii încep să sesizeze asemănările și diferențele dintre obiecte, să observe tipare, să identifice secvențe și evenimente din împrejurimile lor și să interpreteze observațiile (Johnston, 2011). Descoperirea tiparelor ca urmare a observării lumii și organizarea lor este esențială pentru activitatea științifică (Klemm & Neuhaus, 2017). Totuși, copiii privesc fenomenele fără să dezvolte noi cunoștințe sau fără să asocieze observațiile lor cu un raționament și explicații științifice (Ford, 2008). Pe măsură ce cresc, abilitățile de observare ale copiilor se dezvoltă (Johnston, 2011; Kos & Jerman, 2015), iar de la explicații simple ale observațiilor ajung la interpretări complexe (Johnston, 2009).

Cunoscând importanța observării în dezvoltarea cognitivă a copiilor, profesorii ar trebui să le ofere contexte și oportunități în care ei să își îmbunătățească abilitățile de observare, să le ofere: timp pentru observații atente (Eberbach & Crowley, 2009; Tomkins & Tunnicliffe, 2007), încurajare (Johnston, 2013; Kos & Jerman, 2015), observare și conversație împreună cu adulții (Eberbach și Crowley, 2017; Johnston, 2011), interacțiuni cu ceilalți oameni (Johnston, 2009; Tomkins & Tunnicliffe, 2001), schițare și desenare (Eberbach & Crowley, 2009), scriere în jurnal (Tomkins & Tunnicliffe, 2007), formulare de întrebări (Eberbach & Crowley, 2009; Johnston, 2011, 2013; Tomkins & Tunnicliffe, 2001; Van der Graaf et al, 2019). Copiii au nevoie de oportunități pentru a explora cu simțurile lor, a observa detalii, a sorta, a grupa și a clasifica (Johnston, 2011), a obține indicii pentru a înțelege și a le stimula interogarea și interesul în continuare (Tomkins & Tunnicliffe, 2007).

Observarea este afectată de cunoștințele sau concepțiile pe care le au copii (Johnston, 2009; Tomkins și Tunnicliffe, 2001). Copiii își pot dezvolta abilitățile de observație numai când au cunoștințe specifice, instrumente și experiență pentru a-și susține raționamentul (Eberbach & Crowley, 2009). Ei ar trebui să învețe să distingă între ceea ce este relevant și ceea ce este irelevant pentru obiectele sau fenomenele observate.

Gelman & Brenneman (2012) evidențiază rolul observației în construirea cunoștințelor științifice. În construirea de dovezi empirice, observația trebuie să îndeplinească mai multe criterii: să fie sistematică (Gelman & Brenneman, 2012), activă, să aibă un scop, adică să fie intenționată (Monteira & Jiménez-Aleixandre, 2016). În observația intenționată se ia în considerare: ceea ce i se cere elevului să observe; ce cunoștințe prealabile presupune activitatea de observare; care sunt rezultatele învățării preconizate, adică scopul activității de observare (Morris, 2007). Observația ca instrument de cercetare (Merriam, 2009) servește unui scop de cercetare, este planificată deliberat și înregistrată sistematic.

Studiul nostru este înscris în contextul prevederilor din documentele oficiale din România. În Programa școlară de *Matematică și Explorarea mediului* (MEN, 2013, p. 2) se precizează importanța contextualizării învățării în realitatea înconjurătoare deoarece astfel „sporește profunzimea înțelegerii conceptelor și a procedurilor utilizate”. Cu toate că studiile evidențiază beneficiile observării directe asupra formării reprezentărilor elevilor (Gallina et al, 2019) și că, în programele școlare, se recomandă desfășurarea activităților bazate pe observare directă, constatăm că, în manualele școlare și în auxiliarele curriculare, predomină imaginile sub formă de desene (materiale vizuale statice), în defavoarea activităților de observare directă. Sesizăm astfel existența unei contradicții între reglementările din documentele oficiale (Palade et al, 2020), recomandările din documentele oficiale referitoare la realizarea cunoașterii și explorării mediului în contexte reale (Singer, 2019), recomandările specialiștilor și practicienilor în didactica științelor (Dulamă, 2012; Pahome 2021), manualele școlare și practicile constatate în școli (a se vedea concluziile studiului 1).

### ***Scop, variabile și ipoteze***

Scopul studiului îl constituie studierea efectelor unor activități de învățare bazate pe observare în mediu (directă) asupra formării reprezentărilor elevilor la științe (disciplina *Matematică și explorarea mediului*), comparativ cu efectele unor activități de învățare bazate pe observarea în reprezentări vizuale statice (fotografii și desene).

Variabilele studiului nostru sunt următoarele: observarea directă, observarea indirectă prin fotografii, observarea indirectă prin desene (variabile independente), volumul și completitudinea reprezentărilor și gradul de generalitate al reprezentărilor (variabile dependente).

Pentru derularea studiului au fost formulate următoarele ipoteze de cercetare:

**I<sup>1</sup>** – Volumul și gradul de completitudine a reprezentărilor elevilor create în urma observării directe a componentelor mediului este mai mare decât în cazul reprezentărilor create pe baza observării aceluiași componente ale mediului prin intermediul fotografiilor și/sau desinelor.

**I<sup>2</sup>** – Gradul de generalitate a reprezentărilor elevilor create în urma observării directe a componentelor mediului este mai mare decât în cazul reprezentărilor create pe baza observării aceluiași componente ale mediului prin intermediul fotografiilor și/ sau desinelor.

**I<sup>3</sup>** - Observarea directă a unor componente ale mediului duce la crearea de reprezentări mai complexe și mai precise în comparație cu observarea aceluiași componente ale mediului în fotografii și desene.

### **3.2.2. Metoda**

#### ***Participanți***

Studiul s-a desfășurat în perioada decembrie-februarie 2020 și septembrie-decembrie 2021, în anul școlar 2021-2022 în trei școli din orașul Târgoviște. Selecția școlilor s-a realizat pe baza criteriilor: recomandarea inspectorului de specialitate, localizarea în mediul urban, existența claselor paralele, frecventarea școlii de către elevi.

La studiu au participat 153 de elevi din șase clase a II-a, cu vârsta medie de 8-9 ani, de ambele genuri (86 de gen feminin). Împărțirea elevilor pe cele trei condiții experimentale s-a realizat la nivel de clasă, astfel: grupul experimental 1 (GE1) – 51 de elevi (două clase) a observat direct componente ale mediului, grupul experimental 2 (GE2) – 51 de elevi (două clase) a observat componentele mediului în fotografii, grupul experimental 3 (GE3) – 51 de elevi (două clase) observat componentele mediului în desene.

Am informat elevii asupra obiectivului cercetării și a condițiilor de participare: participarea la preteste, la activitățile planificate în intervenția formativă și la post-teste. Am asigurat confidențialitatea datelor personale ale elevilor și am respectat toate cerințele etice și legale impuse în desfășurarea studiului. Părinții elevilor și-au exprimat acordul scris pentru

participarea elevilor la studiu. Activitățile didactice incluse în studiu au fost susținute de către cercetător la toate clasele, în prezența profesorilor de la clasă, la sfârșitul programului școlar.

### ***Procedura***

Anterior experimentului, elevii au rezolvat un test de cunoștințe din domeniul științelor. Pe baza rezultatelor de la acest test, am verificat echivalența claselor. Elevii din cele trei grupuri au participat la trei activități. Fiecare activitate a cuprins trei etape, desfășurate în zile distincte dintr-o săptămână: etapa pre-experimentală – aplicarea pre-testului (10 minute) și analiza rezultatelor; etapa intervenției formative (50 minute); etapa post-experimentală (miercuri) – aplicarea post-testului (10 minute).

### ***Activitățile didactice***

În etapa intervenției formative, elevii din toate clasele au lucrat în grupuri mici, de câte 4-5 elevi, pe baza unor fișe de observare. Elevii au fost monitorizați permanent de profesorul cercetător. Profesorul a citit itemii, pe rând, iar elevii au bifat, pentru fiecare aspect observat, căsuța aflată după varianta de răspuns pe care o considerau corectă. În cazul în care nu puteau stabili răspunsul, au tăiat cu o linie orizontală rândul respectiv. După expirarea timpului de observare, pe baza răspunsurilor formulate de elevi, am corectat confuziile, iar elevii au completat răspunsurile nemarcate pe fișa de observare.

La tema „Molidul”, fiecare elev din GE1 a primit câte un puiet de molid, un con de molid, un solz desprins de pe con și 2-3 semințe de molid. Ulterior, în aceeași activitate, grupurile au observat arborii maturi din curtea școlii și au comparat însușirile părților componente cu cele ale puietului. Fiecare elev din GE2 a primit fotografii cu puietul de molid și arborii maturi, conul și semințele de molid. Elevii din GE3 au primit desene cu același conținut. Elevii, în grupuri de câte 4-5 elevi, pe baza observației, au completat o fișă de observare.

La tema „Mașina de tocat produse alimentare”, elevii din GE1, au primit 5 mașini manuale de tocat și produse alimentare. Fiecare elev din GE2 a primit o fotografie cu mașina de tocat, iar elevii din GE3 au primit desene ale acestui obiect. Elevii din GE1 au dezamblat și asamblat mașina de tocat, au stabilit caracteristicile părților componente pe baza fișei de observare și au tocat produse alimentare. Elevii din GE2 și GE3 au stabilit însușirile părților componente ale obiectului de uz casnic menționat și au completat fișe de observare identice cu cele primite de elevii din grupul GE1.

La tema „Camionul militar”, elevii din GE1 au primit trei machete ale camionului militar și corpuri din lemn pentru încărcarea benei. Fiecare elev din GE2 a primit două fotografii ale machetei camionului, iar participanții din GE3 au primit desene ale machetei. Elevii din cele trei grupuri au stabilit, pe baza fișei de observare, caracteristicile părților componente ale camionului. Elevii din GE1 au dezasamblat și au asamblat părțile componente (din plastic sau din metal) în timpul pauzelor, ca activitate recreativă. Elevii din GE2 și GE3 au observat fotografiile și desenele machetei camionului, în format A2, expuse în clase.

### ***Instrumente***

Colectarea datelor necesare pentru a evalua cunoștințele și reprezentările elevilor a fost realizată prin intermediul mai multor instrumente elaborate de către cercetătoare: 3 pre-teste, 3 post-teste, 3 fișe de observare.

*Testul inițial.* Testul a cuprins 20 de itemi. Scorul maxim era de 100 de puncte. Itemii solicită mobilizarea cunoștințelor din domeniul științelor, dobândite în clasa I.

*Pre-teste și post-teste.* Pentru diagnosticarea nivelului de cunoștințe al elevilor, la cele trei teme abordate, am conceput și am aplicat 3 pre-teste: „Molidul”, „Mașina manuală de tocat produse alimentare” și „Camionul militar”. Scorul maxim al fiecărui test este de 100 de puncte. Post-testele sunt similare pre-testelor ca număr de itemi și relevanță pentru relația cu variabilele dependente.

*Fișele de observare.* Pentru fiecare temă și activitate din intervenția formativă, am conceput o fișă de observare, cu structură tabelară care cuprinde 50 de aspecte supuse observării (componentele și proprietățile lor și caracteristicile generale ale corpului observat). Proprietățile sunt precizate și asociate unor casete în care elevul poate bifa dacă a observat acea caracteristică.

### ***Analiza datelor***

#### ***Analize preliminare – la nivelul testului inițial***

Am utilizat testul Kruskal-Wallis H pentru date neparametrice.

#### ***Analizele principale – testarea ipotezelor***

Am realizat analize de tip Quades's ANCOVA pentru date nonparametrice pentru testarea fiecăreia dintre cele trei ipotezele ale studiului.

### 3.2.3 Rezultate

#### *Rezultate preliminare*

Mediile rangurilor celor trei grupe de elevi sunt următoarele:  $MR_{\text{obs.directă}} = 70,69$  ( $N_{\text{obs.directă}} = 51$ );  $MR_{\text{obs.foto}} = 76,62$  ( $N_{\text{obs.foto}} = 51$ ) și  $MR_{\text{obs.desen}} = 83,70$  ( $N_{\text{obs.desen}} = 51$ ). Rezultatele la testul Kruskal-Wallis H ne arată că nu există diferențe semnificative între cele trei grupe de elevi ( $H(3) = 2,677$ ;  $p = .262$ ). Ca atare grupele sunt echivalente și pot fi utilizate în studiul cvasi-experimental.

#### *Rezultate principale – testarea ipotezelor*

Pentru testarea ipotezei nr. 1, în urma analizei Quades's ANCOVA, rezultatele au arătat diferențe semnificative între cele trei condiții experimentale, în toate cele trei activități didactice supuse analizei. Rezultatele sunt prezentate detaliat în corpul tezei. Ulterior analizei Quades's ANCOVA, am procedat la calcularea testului Post-hoc Tukey.

În cazul *molidului*, găsim diferențe semnificative între toate cele trei condiții experimentale, comparate două câte două, între *Observație directă* și *Obs. – fotografie* ( $p = .000$ ), între *Observație directă* și *Obs. – desen* ( $p = .001$ ), dar și între *Observație fotografie* și *Obs. – desen*,  $p = .011$ . Rezultatele arată că cea mai eficientă metodă de predare a *molidului* a fost *observația directă*, urmată de *observația prin desene*. Cea mai puțin eficientă fiind *observația pe baza fotografiilor*.

În cazul *Mașinii de tocat*, regăsim diferențe semnificative între observația directă și celelalte două condiții experimentale (*Observație directă* vs. *Obs. – fotografie*,  $p = .000$ ; *Observație directă* vs. *Obs. – desen*,  $p = .000$ ), dar nu și între acestea două din urmă (*Observație fotografie* vs. *Obs. – desen*,  $p = .662$ ). Și în acest caz, observația directă pare a fi cea mai eficientă metodă de formare a reprezentărilor.

În cazul *Camionului*, se identifică diferențe semnificative statistic între condiția experimentală observația directă și celelalte două condiții cu care aceasta este comparată (*Observație directă* vs. *Obs. – fotografie*,  $p = .000$ ; *Observație directă* vs. *Obs. – desen*,  $p = .000$ ), în favoarea observației directe. Nu există diferențe semnificative statistic între condiția *Observație prin fotografie* și *Observația prin desen* ( $p = .173$ ).

Analizele statistice, în cazul testării ipotezei 1, confirmă ipoteza formulată, *observația directă* este o metodă de predare mai eficientă pentru formarea *volumului și complexității reprezentării*, în comparație cu observația bazată pe *fotografii* sau pe *desene*.

În vederea testării ipotezei 2, pentru fiecare temă, am efectuat testul Post-hoc Tukey. Pentru subiectul *molidul*, testul identifică diferențe semnificative între observația directă și celelalte două modalități de predare (*Observație directă vs. Obs. – fotografie*,  $p = .000$ ; *Observație directă vs. Obs. – desen*,  $p = .000$ ), dar nu și între acestea două din urmă (*Observație fotografie vs. Obs. – desen*,  $p = .490$ ). Datele arată că observația directă este o metodă mai eficientă de predare în comparație cu celelalte două.

În cazurile subiectelor *mașina de tocat* și *camionul*, datele arată diferențe semnificative atât între *observația directă* și celelalte două metode de instruire, cât și între acestea două din urmă. Ce mai eficientă metodă se dovedește și de această dată observația directă (*mașina de tocat: Observație directă vs. Obs. – fotografie*,  $p = .000$ ; *Observație directă vs. Obs. – desen*,  $p = .000$ ; *camionul: Observație directă vs. Obs. – fotografie*,  $p = .000$ ; *Observație directă vs. Obs. – desen*,  $p = .000$ ). În cazul subiectului, *mașina de tocat*, observarea pe baza fotografiilor este mai eficientă decât cea prin desene (*Observație fotografie vs. Obs. – desen*,  $p = .000$ ), în cazul subiectului camionul situația este inversă (*Observație fotografie vs. Obs. – desen*,  $p = .004$ ).

Analizele statistice realizate pentru testarea ipotezei nr. 2 confirmă ipoteza formulată, *observația directă* este o metodă de instruire mai eficientă în comparație cu observația realizată prin *fotografii* și/sau *desene*.

Pentru testarea ipotezei nr. 3, în urma analizei *Quades's ANCOVA*, rezultatele au arătat diferențe semnificative între cele trei condiții experimentale, în toate cele trei activități didactice supuse analizei. Ulterior analizei *Quades's ANCOVA* am procedat la calcularea testului Post-hoc Tukey pentru a identifica între care dintre condițiile experimentale se regăsesc diferențele statistice semnificative identificate de către analiza *Quades's ANCOVA*.

Datele testului Tukey arată că, în cazul *molidului*, avem diferențe semnificative între *Observația directă* și celelalte două tipuri de observație (*Observație directă vs. Obs. – fotografie*,  $p = .000$ ; *Observație directă vs. Obs. – desen*,  $p = .000$ ), în favoarea observației directe, care se dovedește a fi o metodă didactică mai eficientă pentru formarea reprezentărilor. Între *Observație prin fotografie* și *Observația prin desen* nu sunt reportate rezultate semnificative statistic ( $p = .031$ ).

În cazul subiectului *mașina de tocat*, Testul post-hoc ne arată diferențe semnificative între oricare dintre cele trei condiții experimentale grupate două câte două (*Observație directă vs. Obs. – fotografie*,  $p = .000$ ; *Observație directă vs. Obs. – desen*,  $p = .000$ ; *Observație*

*fotografie vs. Obs. – desen*,  $p = .003$ ). Cea mai eficientă metodă s-a dovedit și în acest caz *observația directă*, urmată de *observația prin desene* și *observația prin fotografie*. Similar, pentru subiectul *camionul*, analiza post-hoc realizată prin testul Tukey relevă diferențe semnificative între oricare dintre cele trei condiții experimentale comparate două câte două (*Observație directă vs. Obs. – fotografie*,  $p = .000$ ; *Observație directă vs. Obs. – desen*,  $p = .000$  și *Observație fotografie vs. Obs. – desen*,  $p = .000$ ). În concluzie, analiza datelor confirmă ipoteza nr. 3, observația directă se dovedește a fi o soluție didactică mai eficientă pentru formarea reprezentărilor în comparație cu încercarea de a forma reprezentări prin utilizarea fotografiilor și/sau desenelor.

Tabelul 3.1 prezintă date privind mărimea efectului diferențelor dintre cele trei condiții experimentale. Se poate observa că diferențele între observația directă și celelalte două tipuri de observație sunt foarte mari, mărimile de efect oscilând între  $d = 2.13$  și  $d = 9.79$ .

**Tabelul 3.1**

*Medii, Abateri Standard și Mărimea Efectului pentru Compararea celor Trei Condiții Experimentale*

	N	Grupul A - observație directă		Grupul B - observație prin fotografie		Grupul C - observație prin desen		Mărimea efectului d Cohen		
		M	AS	M	AS	M	AS	A vs. B	A vs. C	B vs. C
<i>Molidul</i>										
volum și complexitate	51	<b>42,75</b>	2,70	<b>28,53</b>	5,03	<b>31,27</b>	6,31	3.5	2.37	.48
generalizare	51	<b>48,82</b>	2,36	<b>26,86</b>	5,10	<b>27,35</b>	4,94	5.53	5.55	.10
reprezentare	51	<b>91,67</b>	3,70	<b>55,39</b>	5,64	<b>58,63</b>	7,42	7.61	5.64	.49
<i>Mașina de tocat</i>										
volum și complexitate	51	<b>49,80</b>	1,40	<b>36,96</b>	6,17	<b>36,47</b>	8,74	2.87	2.13	.07
generalizare	51	<b>48,43</b>	3,08	<b>15,78</b>	7,03	<b>20,69</b>	6,17	6.02	5.69	.74
reprezentare	51	<b>98,24</b>	3,58	<b>52,75</b>	5,51	<b>57,16</b>	10,78	9.79	5.12	.52
<i>Camionul</i>										
volum și complexitate	51	<b>47,35</b>	4,51	<b>36,86</b>	5,19	<b>34,61</b>	5,28	2.16	2.60	.43
generalizare	51	<b>47,94</b>	4,92	<b>24,90</b>	4,64	<b>21,57</b>	4,74	4.82	5.46	.87
reprezentare	51	<b>95,29</b>	7,44	<b>61,76</b>	4,78	<b>56,18</b>	4,65	5.36	6.30	1.18



### **3.2.4 Discuții și Concluzii**

În cazul testării ipotezei 1, la pre-test și post-test, măsurarea volumului și a gradului de complexitate a reprezentărilor elevilor a fost asociată cu itemi care au vizat: identificarea în realitate/ fotografii/ desene a părților componente ale corpurilor observate (asocieri cuvânt- imagine sau corespondențe etichetă-reprezentare iconică); precizarea fără suport vizual a denumirilor părților componente ale corpurilor observate; descrierea, cu sau fără suport vizual, a corpurilor observate și a componentelor lor; asamblarea mașinii de tocat (GE1) sau precizarea etapelor de asamblare a ei (GE2, GE3).

În cazul intervenției formative, a fost urmărită respectarea unor condiții pentru a asigura un context optim pentru observare. Unele condiții au vizat alegerea subiectelor destinate observării. Au fost alese trei componente diferite din mediu: un corp cu viață (molidul) și două corpuri fără viață (mașina de tocat produse alimentare și macheta unui camion militar). Aceste obiecte se aseamănă între ele prin faptul că sunt sisteme la care părțile componente sunt vizibile și ușor de observat de copii, chiar dacă relațiile dintre componente sunt mai dificil de perceput. Faptul că au mai multe componente, a facilitat observarea sistematică a acestora, repetând o procedură similară pentru identificarea caracteristicilor, exercițiu prin intermediul căruia elevii au avut oportunitatea de a-și dezvolta abilitatea de observare. O altă condiție respectată a fost cunoașterea parțială a lor de către elevi, pentru ca ei să își poată valorifica reprezentările anterioare pe parcursul intervenției formative. O altă condiție a vizat alegerea procedurii de observare. În multe studii, observarea este inclusă în cadrul unor metode (metoda observațional-comparativă, metoda de laborator, metoda experimentală) (Meneghetti et al, 2017) sau modele de instruire: învățarea prin observare și descoperire (Barbacovi et al, 2018), modelul Predicție-Observație-Explicație (POE) (Zhao et al, 2021), prin urmare efectele observării asupra volumului și a gradului de complexitate a reprezentărilor este dificil de măsurat.

În această cercetare, s-a utilizat strategia de observare ghidată prin fișe de observare. Strategia de învățare a fost integrată într-o activitate contextualizată. Înainte de aplicarea procedurii, profesorul a organizat grupurile, a descris sarcina și procedura de observare. Pentru asigurarea transferului cunoștințelor și a procedurii de observare spre contexte din realitate, activitatea s-a încheiat prin discuții cu elevii, cu concluzii, realizându-se astfel o abordare ciclică a observării. În aceste activități s-au valorificat unele reprezentări anterioare ale elevilor formate

prin observarea unor astfel de obiecte în contexte reale, în viața de zi cu zi. Reprezentările îmbunătățite în acest context vor putea fi valorificate și în situații viitoare.

Rezultatele cercetării au confirmat eficiența acestei proceduri și a acestor instrumente prin care a fost ghidată observarea. Cum observarea și folosirea instrumentului a fost controlată strict de către profesor, credem că elevii s-au concentrat pe observarea aspectelor precizate. Prin aceste fișe s-a asigurat desfășurarea observării științifice a obiectului cercetat (Gelman & Brenneman, 2012), impunându-se ordinea în care au fost observate sau analizate obiectele și componentele lor. Acest instrument a avut rol de eșafodaj cognitiv explicit, dar fără a avea în atenție diferențele dintre elevi, cu excepția competenței de citire. Un alt obiectiv urmărit a fost implicarea activă a elevilor în procesul orientat spre un scop prefigurat, fiind ghidați spre o observare intenționată (Monteira & Jiménez-Aleixandre, 2016). Presupunem că, dacă elevii ar fi observat în grupuri aceste corpuri, fără să beneficieze de aceste instrumente, ar fi practicat o observare neștiințifică, subiectivă, (Hodson, 1986), nefocalizată (Schuster & Leland, 2008). Aceste instrumente au prefigurat rezultatele așteptate ale învățării într-o structură în care informațiile sunt grupate pe categorii: părți componente și caracteristicile lor.

Analizele statistice, confirmă ipoteza formulată, *observația directă* este o metodă de predare mai eficientă pentru formarea *volumului și complexității reprezentării*, în comparație cu observația bazată pe *fotografii* sau pe *desene*. Observarea directă a molidului și a celelalte două obiecte (mașina de tocat și machete camionului) a oferit elevilor din GE1 mai multe avantaje, comparativ cu celelalte grupuri. În primul rând ei au perceput multimodal obiectele, în formă tridimensională, prin contact direct cu ele, fapt ce a facilitat observarea mai precisă a dispunerii lor spațiale, a texturii, dimensiunilor, proporțiilor, detaliilor. În al doilea rând, elevii au putut descompune obiectele destinate observării în elemente componente cu care ei au putut opera (Seel, 2012; Tytler & Hubber, 2016).

Analizele statistice indică *observația pe baza fotografiilor* ca fiind cel mai puțin eficientă pentru formarea *volumului și complexității reprezentării*. Elevii din grupul care a observat fotografiile – reprezentări externe ale realității – au perceput obiectele investigate numai prin analizatorul vizual, prin urmare au avut mai puține repere pentru percepția corectă a dimensiunii, a formei, a texturii, a detaliilor, a structurii și componentelor interne și caracteristicilor lor. Pentru elevii a fost dificil să convertească la nivel mental reprezentarea bidimensională din fotografie într-una tridimensională.

Datele statistice arată că există diferențe semnificative statistice între *Observație fotografie* și *Obs. – desen*, în cazul *molidului*, dar nu în și în cazul *Mașinii de tocat* și a *Camionului*. Aceste rezultate pot fi explicate, în primul rând, prin faptul că elevii dețineau, probabil, înainte de intervenția formativă, un volum mai mare de reprezentări despre molid comparativ cu volumul reprezentărilor despre celelalte corpuri, prin urmare elevii din grupurile care au observat fotografiile și desene au valorificat aceste reprezentări la post-test.

În cazul testării ipotezei 2, la pre-test și la post-test, măsurarea gradului de generalitate a reprezentărilor elevilor a fost asociată cu itemi care au vizat: identificarea în realitate/ fotografii/ desene, pe baza anumitor trăsături esențiale, a corpurilor/ obiectelor asemănătoare (molizii, aparate de tocat produse alimentare, machete și camioane); încadrarea corpurilor observate/ analizate în categoria superioară; argumentarea/ explicarea încadrarea unui corp/ obiect într-o categorie. Analizele statistice, confirmă ipoteza formulată, *observația directă* este o metodă de predare mai eficientă pentru creșterea gradului de generalitate a reprezentărilor elevilor, în comparație cu observația bazată pe *fotografii* sau pe *desene*.

Fișa de lucru a avut efect puternic în creșterea abilității elevilor de a identifica trăsăturile esențiale ale corpurilor și a recunoaște obiectele analizate în această situație și în alte contexte, prin faptul că au fost precizate elementele componente ale lor și caracteristicile destinate identificării, precum și caracteristici generale ale corpurilor.

În cazul observării camionului militar, observarea pe baza desenelor este mai eficientă decât cea prin fotografii. Prin compararea reprezentării machetei camionului în fotografii și în desene, se observă faptul că, în desenele observate de GE3 sunt precizate denumirile componentele și se indică prin săgeți poziția lor. Stabilirea relației dintre imagine și denumirea unor componente specifice necesită un efort cognitiv mare și pentru un adult neinițiat, fără cunoștințe anterioare despre mașini. Datele statistice arată că, în cazul mașinii de tocat, observarea pe baza fotografiilor este mai eficientă decât cea prin desene. Desenele și fotografiile oferite elevilor sunt foarte asemănătoare și nu conțin denumirile componentelor. Elevii care au observat desenele și fotografiile au avut acces la denumirile componentelor doar în fișele de lucru.

În final, în cazul ipotezei 3, analiza datelor confirmă că observația directă a unor componente ale mediului se dovedește a fi o strategie de învățare mai eficientă pentru formarea

unor reprezentări mai complexe și mai precise în comparație cu încercarea de a forma reprezentări prin observarea acelorași componente ale mediului în desene și fotografii.

La finalul studiului se conturează câteva concluzii:

Referitor la cele trei ipoteze testate, rezultatele obținute prin analize statistice indică confirmarea acestora: *observația directă* este o metodă de instruire mai eficientă în comparație cu observația realizată în *fotografii* și/ sau *desene*, mărimile de efect sunt foarte mari, oscilând între  $d = 2.13$  și  $d = 9.79$ . Strategia de învățare prin observare ghidată prin fișe de lucru a contribuit mai mult la creșterea volumului, a gradului de complexitate și de relevanță a reprezentărilor la cele trei teme în activitățile de învățare bazate pe observarea directă a obiectelor decât în cele bazate pe observarea în desene și în fotografii. Strategia are efecte benefice asupra reprezentărilor interne ale elevilor participanți la studiu, efecte reflectate în fișele de lucru și posttestele elevilor și prezentate în literatură: construiesc reprezentări mai detaliate; utilizează voluntar fondul lor de reprezentări și descompun ansamblul în elemente component cu care ei pot opera (Seel, 2012; Tytler & Hubber, 2016).

Limitele cercetării sunt reprezentate de dimensiunea relativ mică a eșantionului de participanți, a celui de conținut și de numărul mic de activități de învățare bazate pe observare ghidată de fișe de lucru – observare directă a unor obiecte tridimensionale și a reprezentării lor în desene și fotografii – incluse în cadrul intervenției formative. Aceste limite pot fi depășite prin extinderea cercetării la eșantion mai mare de participanți, atât din mediul rural, cât și din cel urban și implicarea lor în mai multe activități de învățare bazate pe observare. Fără să o considerăm limită a acestui studiu, sugerăm că cercetare ar putea fi lărgită prin includerea unui grup de elevi care observă individual sau în grupuri obiectele, dar fără a beneficia de fișa de lucru, precum și a unui grup care studiază texte, fără a beneficia de imagini.

Cercetarea poate fi extinsă prin utilizarea strategiilor de învățare prin observare și la alte discipline de învățământ. Materialele realizate, testele și proiectele activităților de învățare de concepție proprie pot fi utile și pentru alți profesori și alte grupuri de elevi. Descrierea modului de desfășurare a cercetării și materialele incluse în lucrare permit replicarea cercetării la alte grupuri.

### **3.3 Studiul 3: Efectele unor Activități de Învățare Bazate pe Experiment asupra Formării Reprezentărilor Științifice, la elevi**

#### **3.3.1 Introducere**

Activitatea experimentală este considerată, în general, principala metodă de predare în educația științifică (Abrahams et al, 2013). Realizarea experimentelor în predarea și învățarea științelor ar trebui să ajute la înțelegerea și practicarea procesului științific (Szalay et al, 2023).

În studii, se subliniază importanța designului experimental integrat într-un context educațional. Díaz-Lobo & Fernández-Novell (2015) susțin că experimentele didactice pot ajuta elevii să își dezvolte pasiune pentru știință, abilitățile de gândire critică și de rezolvare a problemelor și sugerează că profesorii ar trebui să utilizeze experimente didactice în lecții cât mai frecvent posibil. La nivel mondial, există studii cu privire la realizarea unor experimente didactice în care au fost implicați elevi cu vârsta mică și în care sunt investigate temele de interes pentru această cercetare: germinarea (Barbacovi et al, 2018; Bolzon et al, 2022; Ürek, 2020), stările apei, plutirea (Leuchter et al, 2014; Tin, 2017; Van Schaik et al, 2020).

Cercetările în învățământul primar, referitoare la germinare, au fost orientate spre proiectarea și implementarea experimentului din perspectiva metodei științifice. Barbacovi et al (2018) au aplicat metoda experimentală în studierea ciclului de viață al plantelor și a germinării porumbului de către elevii din clasa a II-a.

În ciuda simplității sale, literatura raportează multe probleme și concepții greșite despre germinarea semințelor atât la elevi, cât și la profesori și în manuale. Jewell (2002) a identificat caracteristicile modelului de semințe la copii. Ürek (2020) constată multe dificultăți ale elevilor privind efectele unor factori asupra germinării și apreciază că realizarea de experimente concentrate pe un factor nu îi împiedică pe elevi să aibă concepții greșite despre factorii care afectează germinația. Pentru eliminarea problemelor conceptuale ale elevilor, se crede că experimentul ar trebui proiectat luând în considerare toți factorii care influențează germinația și că acest experiment ar trebui să fie mai detaliat (Ürek, 2020).

Schimbarea stării de agregare a apei este un concept important în înțelegerea ciclurilor energetice și ale ciclului apei (Jung et al, 2020), dar dificil de înțeles de către copiii mici (Black et al., 2011).

Studiile au investigat, în principal, două tranziții principale (Black et al, 2011): tranziția

solid-gaz și tranziția solid-lichid (Jung et al 2020). Dintre cele trei stări ale materiei, starea gazoasă este cel mai dificil de înțeles din cauza invizibilității sale (Black et al., 2011). Studiile referitoare la stările de agregare ale apei, realizate în învățământul primar, sunt numeroase și diferite ca obiective, model de instruire aplicat și design experimental. (Paik, 2015; Tin, 2019, 2022)

Referitor la plutire sunt puține studii efectuate cu elevii din învățământul primar. Leuchter et al (2014) au examinat efectul unui mediu de învățare structurat și bazat pe probleme asupra construirii conceptelor privind plutirea și scufundarea corpurilor solide și goale de către copiii din primii ani de școală, precum și asupra raționamentului științific. În cadrul studiului, cercetătorii au oferit schele referitoare la caracteristicile sarcinii. Pe parcursul a 4 săptămâni, copiii au observat, au comparat, au generat ipoteze, au înregistrat constatările referitoare la plutire și scufundare.

În privința profesorilor, Goodman et al (2006) au afirmat că unii dintre ei se simt adesea inconfortabil în predarea științelor din cauza lipsei de cunoștințe sau a înțelegerii. Profesorii din învățământul primar tind să aibă cunoștințe limitate de științe și de conținut pedagogic științific, au încredere și auto-eficacitate scăzută în predarea științei, prin urmare mulți evită să predea conținuturi din științe (Appleton 2007).

Senocak (2009) a dezvăluit că profesorii din învățământul primar participanți la studiu au avut multe concepții greșite despre fenomenele de fierbere, acestea fiind bazate pe experiențele lor de viață de zi cu zi și pe cunoașterea inadecvată a științei. Scott et al (2007) susțin că se cunoaște mult mai puțin despre cum trebuie să predea profesorii pentru a-i ajuta elevii să învețe.

Referitor la viitorii profesori pentru învățământul primar, Jewel (2002) a constatat că mulți dintre ei nu sunt familiarizați cu: părțile seminței, caracteristicile fiecărei părți, funcția semințelor și a părților lor, iar referitor la procesul de germinare, au lacune. În activitatea practică desfășurată cu profesorii stagiați, Vidal & Membiela (2014) au constatat că mulți aveau concepții greșite despre procesele biologice și că acestea au fost corectate sau completate după activitatea didactică.

### ***Scop, variabile și ipoteze***

Scopul studiului este studierea impactului unor activități de învățare bazate pe experiment asupra formării reprezentărilor elevilor la științe, comparativ cu impactul unor activități de învățare bazate pe audierea explicațiilor profesorului și a observării dirijate a unor experimente

în reprezentări vizuale statice (fotografii și desene) la disciplina „Științe ale naturii”.

În acest sens, variabilele studiului nostru sunt următoarele: experimentul (variabilă independentă), explicația (variabilă independentă), observarea reprezentărilor statice (variabilă independentă), volumul și completitudinea reprezentărilor (variabilă dependentă) și gradul de generalitate al reprezentărilor (variabilă independentă).

Pentru derularea studiului au fost formulate următoarele trei ipoteze de cercetare:

**I<sup>1</sup>** – Volumul și gradul de completitudine a reprezentărilor elevilor create în urma utilizării experimentului ca metodă didactică este mai mare decât în cazul reprezentărilor create în cadrul activităților didactice în care explicația și/sau observarea reprezentărilor statice sunt utilizate ca metode de instruire.

**I<sup>2</sup>** – Gradul de generalitate a reprezentărilor elevilor create în urma utilizării experimentului ca metodă didactică este mai mare decât în cazul reprezentărilor create în cadrul activităților didactice în care explicația și/sau observarea reprezentărilor statice sunt utilizate ca metode de instruire.

**I<sup>3</sup>** – Utilizarea experimentului ca metodă didactică duce la crearea de reprezentări mai complexe și mai precise în comparație cu utilizarea explicației și/sau observației reprezentărilor statice ca metode de instruire pentru formarea reprezentărilor la disciplina „Științe ale naturii”.

### **3.3.2 Metodă**

#### ***Participanți***

Studiul s-a desfășurat în perioada februarie-mai 2022 în trei școli din județul Dâmbovița. Selecția școlilor s-a realizat pe baza criteriilor: frecventarea școlii de către elevi, recomandarea inspectorului de specialitate, poziționarea/localizarea în mediul urban și existența claselor paralele.

La studiu au participat 80 de elevi din clasa a IV-a, cu vârsta de 11-12 ani, de ambele genuri. Pentru a afla performanțele elevilor anterioare experimentului și pentru a avea o variabilă de control pentru diferențele inițiale între grupuri, elevii au rezolvat un test de cunoștințe acumulate în clasa a III-a, la disciplina „Științe ale naturii”. Pe baza analizei rezultatelor obținute la testul inițial, 40 de elevi din 2 clase au format grupul experimental 1 (GE1), iar alți 40 de elevi au format grupul experimental 2 (GE2). Au fost păstrate clasele preexistente, intervenția desfășurându-se în sălile de clasă ale elevilor.

Înainte de începerea experimentului, le-am explicat elevilor obiectivele studiului și s-au clarificat aspecte legate de modul lor de implicare în studiu (rezolvarea pre-testelor, participarea la lecțiile incluse în activitatea formativă, rezolvarea post-testelor, participarea benevolă la acest studiu, fără acordarea de recompense). Am respectat toate cerințele etice și legale impuse în desfășurarea studiului. Am desfășurat activitățile didactice incluse în studiul experimental în prezența profesorilor de la clasă, conform planificărilor acestora.

### ***Procedura***

Elevii din ambele grupuri au participat la următoarele activități, extrase din programa școlară a disciplinei Științe, clasa a IV-a: „Germinația la fasole”; „Schimbarea stării de agregare a apei” și „Plutirea corpurilor în apă”. Fiecare activitate organizată a cuprins trei etape, desfășurate în zile distincte dintr-o săptămână: etapa pre-experimentală – aplicarea pre-testului (10 minute) și analiza rezultatelor; etapa intervenției formative (50 minute); etapa post-experimentală aplicarea – post-testului (10 minute).

### ***Activitățile didactice***

În etapa intervenției formative, elevii din GE1 au participat la activități bazate pe efectuarea de experimente, iar elevii din GE2 au participat la activități bazate pe explicațiile profesorului și observarea dirijată a unor fotografii și desene.

Elevii din GE1 au realizat experimente biologice sau experimente fizice în grupuri de câte 4-5 elevi, pe baza unor fișe de lucru. Lecțiile au fost structurate după modelul învățării secvențiale a cunoștințelor (Gagné, 1970).

La tema „Germinarea semințelor de fasole”, elevii din GE1 au participat la două lecții. În prima lecție, elevii au identificat materialele, au observat semințele pe baza *Fișei de observație* au rezolvat sarcina, apoi au formulat răspunsuri orale la întrebările adresate de profesorul cercetător. În fiecare grup, elevii au formulat predicții (ipoteze) asupra efectelor în timp a unui factor de mediu. Cu ajutorul *Fișei activității experimentale*, fiecare grup de lucru (GL) a realizat un experiment pentru a testa un factor de mediu care influențează germinarea semințelor de fasole: GL1 – „Umiditatea”, GL2 – „Temperatura”, GL3 – „Aerul”, GL4 – „Lumina” și GL5 – „Patul germinativ”. La sfârșitul primei lecții, elevii au completat un organizator grafic. În zilele următoare, elevii au observat transformările semințelor, au discutat asupra aspectelor observate și au consemnat observațiile, în fișa primită. În cea de-a doua lecție, profesorul a verificat cunoștințele elevilor dobândite în lecția anterioară, apoi, fiecare grup a expus experimentul,



predicțiile/ ipotezele, rezultatele înregistrate și concluzia experimentului. Elevii din GE2 au urmărit expunerea profesorului cercetător, pe baza materialului PPT „Germinarea semințelor de fasole” și au completat o schemă și un tabel, identice cu cele folosite în lecția cu elevii din GE1.

La începutul lecției „Schimbarea stării de agregare a apei”, elevii din GE1, în perechi au identificat situații din realitate în care apa se afla în cele trei stări de agregare. Elevii din toate perechile au expus oral ideile lor. Ulterior, elevii au completat un organizator grafic referitor la proprietățile apei și au reprezentat prin desen cele trei stări. În următoarele activități de învățare, elevii au lucrat în grupuri mici. La activitatea 1 (A1), fiecare grup a formulat ipoteze la întrebarea „Cine contribuie la schimbarea stării de agregare a apei?”, au completat fișa de lucru și au oferit exemple din natură. În activitățile 2, 3, 4 și 5 au formulat predicții asupra trecerii apei dintr-o stare în alta, au observat fenomene fizice (A2 – „Topirea gheții”, A3 – „Vaporizarea apei”, A4 - „Condensarea apei”, A5 – „Solidificarea apei”) și au formulat concluzii. La finalul lecției, elevii au completat un tabel în care au sintetizat denumirile fenomenelor observate, stările apei și modul de producere al fiecărui fenomen (prin absorbție/prin cedare de căldură). Elevii din GE2 au urmărit expunerea profesorului cercetător, pe baza materialului PPT „Schimbări ale stării de agregare a apei”, iar la sfârșitul lecției au completat o schemă și un tabel, identice cu cele folosite în lecția cu elevii din GE1.

La tema lecția „Plutirea corpurilor în apă”, elevii din GE1, au emis ipoteze ca răspuns la întrebarea „De ce plutesc corpurile în apă?”. Fiecare grup de lucru a realizat unul dintre cele 4 experimente privind plutirea unui corp solid în apă, în situații în care o singură mărime variabilă a fost modificată (volumul apei, salinitatea apei, forma sau masa unui corp solid). La sfârșitul lecției, elevii au prezentat rezultatele obținute în urma efectuării experimentelor și au formulat concluzii referitoare la condițiile de plutire a unui corp solid în apă. Elevii din G2 au urmărit expunerea profesorului cercetător, pe baza materialului PPT „Plutirea corpurilor în apă” și au completat aceleași scheme ca elevii din G1.

### ***Instrumente***

Colectarea datelor necesare pentru a evalua cunoștințele și reprezentările elevilor a fost realizată prin intermediul unor instrumente de concepție proprie: 3 pre-teste, 3 post-teste, 3 fișe de observare.

*Testul inițial.* Testul a cuprins 20 de itemi cu grade diferite de dificultate. Pentru fiecare item rezolvat corect am atribuit 5 puncte. Scorul maxim este de 100 de puncte.

*Pre-teste și Post-teste.* Pentru diagnosticarea nivelului de cunoștințe a elevilor, la cele trei teme abordate, am aplicat 3 pre-teste: „Germinația la fasole”, „Schimbarea stării de agregare a apei”, „Plutirea corpurilor”. Fiecare pre-test cuprinde 20 itemi. Pentru fiecare item rezolvat corect am atribuit 5 puncte. Itemii sunt corelați cu cele două variabile dependente (câte 50 puncte pe fiecare variabilă). Scorul maxim al fiecărui test este de 100 de puncte. Cele 3 post-teste sunt similare pre-testelor ca număr de itemi, corelații cu variabilele dependente și scor.

*Fișe de observare și fișe pentru activitățile experimentale.* Pentru tema „Germinarea semințelor de fasole”, în vederea identificării caracteristicilor semințelor de fasole, am conceput „Fișă de observare a semințelor de fasole”. Pentru activitățile experimentale, am conceput patru fișe, particularizate pentru testarea efectelor următorilor factori externi: „Umiditatea”, „Temperatura”, „Aerul”, „Lumina”, „Patul germinativ”. La tema „Starea de agregare a apei”, am conceput fișe particularizate pentru fiecare fenomen fizic: sublimare, desublimare, topire, vaporizare, condensare, solidificare. La tema „Plutirea corpurilor solide în apă”, am conceput o fișă de observație a comportării corpurilor solide în apă. În toate fișele activităților experimentale am precizat materialele folosite și procedura.

### ***Analiza datelor***

#### ***Analize preliminare – la nivelul testului inițial***

Pentru a testa echivalența celor două grupe experimentale am procedat la analize statistice comparative. Deoarece datele, la nivelul testului inițial, nu sunt normal distribuite, am ales să utilizăm testul Mann-Whitney U pentru date neparametrice.

#### ***Analizele principale – testarea ipotezelor***

Analizele preliminare ale asumpțiilor au arătat că și în cazul datelor colectate prin cele trei preteste și cele trei postteste avem date neparametrice, distribuția normală Gaussiană fiind încălcată. Prin urmare, în locul analizelor de timp ANCOVA în care să folosim ca variabilă covariată rezultatele la pretest, am realizat analize de tip Quades's ANCOVA pentru date neparametrice pentru a testa fiecareia din cele trei ipotezele ale studiului.

### ***3.3.3 Rezultate***

#### ***Rezultate preliminare***

Mediile rangurilor celor două grupe de elevi sunt următoarele:  $MR_{\text{experiment}} = 47,76$  ( $N_{\text{experiment}} = 40$ ) și  $MR_{\text{observare}} = 33,24$  ( $N_{\text{observare}} = 40$ ). Rezultatele la testul Mann-Whitney U ne

arată că există diferențe semnificative între cele două grupe de elevi ( $z = -2,892$ ;  $p = .004$ ) la nivelul testului inițial în favoarea grupului care va participa la activități instructiv-educative realizate prin utilizarea metodei experimentului didactic. Ca atare, grupele nu sunt echivalente. Compararea celor două grupe în contextul unui experiment științific poate fi făcută doar prin controlarea rezultatelor lor la testul pretest. Prin urmare, rezultatele la pre-teste vor constitui variabile de covarianțe în analizele de comparare ale celor două grupuri experimentale.

### ***Rezultate principale – testarea ipotezelor***

Rezultatele analizei *Quades's ANCOVA* realizate pentru testarea ipotezei nr. 1. arată că există diferențe semnificative statistic între cele două grupuri experimentale, în toate cele trei cazuri de teme abordate (*germinația la fasole, schimbarea stării de agregare a apei și plutirea corpurilor*). Toate diferențele sunt în favoarea GE1, care a studiat temele prin realizarea de experimente și că mărimile de efect sunt mari și foarte mari:  $M_{\text{grup\_experiment}} = 47,24$  vs.  $M_{\text{grup\_obs\_exp}} = 38,63$ ,  $\eta^2 p = .286$ , în cazul subiectului *germinația la fasole*;  $M_{\text{grup\_experiment}} = 46,75$  vs.  $M_{\text{grup\_obs\_exp}} = 26,38$ ,  $\eta^2 p = .665$ , în cazul subiectului *schimbarea stării de agregare a apei și plutirea corpurilor*.  $M_{\text{grup\_experiment}} = 45,75$  vs.  $M_{\text{grup\_obs\_exp}} = 29,75$ ,  $\eta^2 p = .698$ , în cazul subiectului *plutirea corpurilor*.

Ca atare, în cazul testării ipotezei 1, analizele statistice confirmă ipoteza formulată, *experimentul didactic* este o metodă de predare mai eficientă pentru formarea *volumului și complexității reprezentării*, în comparație cu utilizarea *observația reprezentărilor statice* și a *explicației*.

Rezultatele analizei *Quades's ANCOVA* pentru testarea ipotezei nr. 2 arată că, pentru toate cele trei situații de instruire (*germinația la fasole, schimbarea stării de agregare a apei și plutirea corpurilor*) avem diferențe semnificative ( $p = .000$ ) între metodele de predare utilizate. Analiza mediilor grupurilor experimentale ne arată că aceste diferențe sunt, în toate cele trei teme de instruire abordate, în favoarea grupului care a abordat temele prin metoda experimentului didactic ( $M_{\text{grup\_experiment}} = 46,13$  vs.  $M_{\text{grup\_obs\_exp}} = 20,38$ ,  $\eta^2 p = .771$ , în cazul subiectului *germinația la fasole*;  $M_{\text{grup\_experiment}} = 46,63$  vs.  $M_{\text{grup\_obs\_exp}} = 35,50$ ,  $\eta^2 p = .567$ , în cazul subiectului *schimbarea stării de agregare a apei și plutirea corpurilor*) și  $M_{\text{grup\_experiment}} = 45,13$  vs.  $M_{\text{grup\_obs\_exp}} = 29,00$ ,  $\eta^2 p = .603$ , în cazul subiectului *plutirea corpurilor*). Așadar, analizele statistice realizate pentru testarea ipotezei nr. 2 ne confirmă ipoteza formulată, *experimentul didactic* este o metodă de instruire mai eficientă în comparație cu *observația reprezentărilor statice* și cu *explicațiile*

cadrelui didactic.

Rezultatele analizei *Quades's ANCOVA* realizată pentru testarea ipotezei nr. 3. arată diferențe semnificative între cele două condiții experimentale, în toate cele trei activități didactice supuse analizei (*germinația la fasole, schimbarea stării de agregare a apei și plutirea corpurilor*). Toate cele trei diferențe semnificative statistic ( $p = .000$ ) sunt în favoarea grupului care a abordat temele de instruire prin metoda experimentului didactic ( $M_{\text{grup\_experiment}} = 93,50$  vs.  $M_{\text{grup\_obs\_exp}} = 59,13$ ,  $\eta^2 p = .760$ , în cazul subiectului *germinația la fasole*;  $M_{\text{grup\_experiment}} = 93,38$  vs.  $M_{\text{grup\_obs\_exp}} = 61,88$ ,  $\eta^2 p = .710$ , în cazul subiectului *schimbarea stării de agregare a apei și*  $M_{\text{grup\_experiment}} = 90,88$  vs.  $M_{\text{grup\_obs\_exp}} = 58,75$ ,  $\eta^2 p = .762$ , în cazul subiectului *plutirea corpurilor*).

În concluzie, analiza datelor confirmă ipoteza nr. 3, *experimentul didactic* se dovedește a fi o soluție instructiv-educativă mai eficientă pentru formarea reprezentărilor în comparație cu încercarea de a forma reprezentări prin utilizarea *observației reprezentărilor statice* și a *explicațiilor cadrului didactic*.

Tabelul 3.2 prezintă date privind mărimea efectului diferențelor dintre cele două condiții experimentale.

**Tabelul 3.2**

*Medii, Abateri Standard și Mărimea Efectului pentru Compararea celor Două Condiții Experimentale*

	GE1 - experiment			GE2 - observație și explicație			Mărimea efectului (Eta pătrat parțial)
	N	M	AS	N	M	AS	
<b><i>Germinația la fasole</i></b>							
volum și complexitate	40	47,25	2,99	40	38,63	5,19	.286
generalizare	40	46,13	6,65	40	20,38	8,20	.771
reprezentare	40	93,50	6,91	40	59,13	8,08	.760
<b><i>Schimbarea stării de agregare a apei</i></b>							
volum și complexitate	40	46,75	5,38	40	26,38	5,43	.665
generalizare	40	46,63	3,99	40	35,50	5,16	.567
reprezentare	40	93,38	8,43	40	61,88	7,22	.710
<b><i>Plutirea corpurilor</i></b>							
volum și complexitate	40	45,75	4,61	40	29,75	4,52	.698
generalizare	40	45,13	4,31	40	29,00	4,56	.603
reprezentare	40	90,88	7,92	40	58,75	7,40	.762

Se poate observa că diferențele între cele două grupuri sunt foarte mari, mărimile de efect oscilând între  $\eta^2_p = .286$  și  $\eta^2_p = .771$ .

### **3.3.4 Discuții și Concluzii**

În cazul testării ipotezei 1, la pre-test și post-test, măsurarea volumului și a gradului de complexitate a reprezentărilor elevilor a fost asociată cu itemi care au vizat: precizarea caracteristicilor unor corpuri observate și a condițiilor în care se produc fenomenele fizice și procesele biologice experimentate sau observate; identificarea în desene a părților componente ale corpurilor observate (asocieri cuvânt-imagie sau corespondențe etichetă-reprezentare iconică); precizarea, fără suport visual, a denumirilor părților componente ale corpurilor observate.

În cazul intervenției formative, pentru a asigura un context optim pentru experimentare și pentru formarea reprezentărilor, au fost respectate anumite condiții. Referitor la subiectele destinate experimentării, a fost aleasă germinarea la fasole ca proces biologic, schimbarea stării apei și plutirea corpurilor solide în apă ca fenomene fizice. Din perspectiva profesorului, au fost proiectate experimente cu grad similar de complexitate și care pot fi realizate în clasă de către elevi. Din perspectiva elevilor, au fost alese fenomene despre care ei au unele reprezentări corecte dobândite în viața de zi cu zi, dar și unele concepții greșite (Leuchter et al, 2014; Ürek, 2020) sau neînțelegeri (Vidal & Membiela, 2014). Cu toate că aceste fenomene par simple, unele aspecte sunt dificil de înțeles (Black et al., 2011), prin urmare elevii au avut oportunitatea de a valorifica experiențele și reprezentările anterioare pe parcursul intervenției formative, de a completa lacunele și corecta concepțiile greșite, de a-și îmbogăți volumul de reprezentări.

În cercetarea noastră, experimentele au fost integrate în contextul modelului instrucțional al lui Gagné (1970; Gagné & Briggs, 1974), unul dintre cele mai cunoscute și utilizate modele instructive (Smith & Ragan, 2000), prezentat și în lucrările de pedagogie (Ilie, 2009) și de didactica științelor din România pentru învățământul primar (Dulamă, 2012). Modelul este instruire este aplicat într-un mod particular în fiecare lecție. Evenimentele sunt reorganizate în structura tradițională a lecției de dobândire de cunoștințe: debutează cu momentul organizatoric, sugerat de Ilie (2014) pentru creșterea eficienței învățării, continuă cu dobândirea cunoștințelor în care sunt incluse primele cinci activități din modelul lui Gagné, inclusiv experimentul la GE1, iar, la final, se derulează celelalte evenimente, care pot fi relaționate cu momentul de fixare sau

de consolidare a cunoștințelor.

Activitățile au fost organizate în funcție de specificitatea conținutului, de resursele de timp necesare și de caracteristicile elevilor. La GE1, experimentul s-a desfășurat în grupuri stabile la toate cele trei teme. Distribuirea sarcinilor este diferită din cauza timpului necesar pentru desfășurarea experimentelor, astfel, la temele „Germinarea” și „Plutirea” fiecare grup realizează un alt experiment în care testează un anumit factor sau condiție, iar la tema „Stările apei”, toate grupurile realizează toate experimentele. În plus, la tema „Germinarea”, prima parte a experimentului se desfășoară în prima lecție, observarea procesului se derulează pe parcursul unei săptămâni, iar discutarea observațiilor, a ipotezelor și formularea concluziilor se realizează în cea de-a doua lecție. Ürek (2020), referindu-se la germinație, sugera necesitatea testării tuturor factorilor, dar, volumul mare a conținuturilor incluse în programa școlară (MEN, 2014) și resursele de timp disponibile în realitate sunt factori restrictivi pentru asigurarea acestei condiții.

La GE1, „orientarea pentru învățare”, denumită în lucrările din România cu sintagma „dirijarea învățării” (de exemplu, Dulamă, 2012), este realizată prin intermediul unor fișe de lucru („fișe de observare” și „fișe de activitate experimentală”), iar la GE2, prin expunerea sistematizată, prin organizarea vizuală a informațiilor pe ecran și prin conversație. Activitățile de intensificare a retenției s-au realizat prin joc (Robingo) și prin sintetizarea informațiilor în scheme. Transferul și contextualizarea cunoștințelor s-a efectuat prin rezolvarea unor situații-problemă, prin solicitarea unor exemple din realitate și prin conversație, iar obținerea performanței a fost dovedită pe tot parcursul activității și prin rezolvarea itemilor din post-teste. Chiar dacă oferirea feedback-ului este prevăzută a fi efectuată într-un anumit moment, în realitate, profesorul a oferit feedback pe tot parcursul lecțiilor, în diferite forme.

În această cercetare, la GE1 s-a utilizat strategia de experimentare ghidată prin fișe de observare și fișe pentru activitate experimentală. Fișele concepute și utilizate sunt detaliate, deoarece elevii din clasa a IV-a nu au experiență în aplicarea metodei științifice și au nevoie de ghidaj, de „schele” din partea profesorului. În fișele de lucru sunt enumerate materialele și sunt detaliate procedurile sau sarcinile în ordinea în care trebuie efectuate, deci fișele sunt schele strategice (Hannafin et al, 1999). În mod similar studiului 2, fișele au reprezentat pentru elevi „schele cognitive” (Yelland & Masters, 2007), statice (Kim & Hannafin 2010) cu ajutorul cărora ei parcurg procedura, se angajează în activitatea practică „științifică”, colaborează cu colegii din grupă, reflectează asupra propriilor concepte și acțiuni, asigurând metacogniția (Davis, 2015).

Având în vedere că elevii au fost obligați să acorde atenție, acestor instrumente au caracteristicile unor schele încorporate, integrate în mediul de învățare (Narciss et al, 2007). Fișele au oferit elevilor schele afective deoarece i-au încurajat pe elevi să se concentreze asupra sarcinii și să persiste în ea (Yelland & Masters 2007). Pentru învățarea metodei științifice, prin ghidajul explicit din fișă, s-a cerut ca elevii din GE1 să facă predicții, să le scrie în fișă, să constate consecințele unor acțiuni și să le menționeze în fișă, să selecteze și să sublinieze explicația corectă dintre două explicații construite de profesor. Spre deosebire de elevii din GE1, elevii din GE2 au observat secvențe din experimente în fotografii și au răspuns oral la întrebările profesorului. Procesul de învățare a fost controlat prin furnizarea de către profesor a întrebărilor, inclusiv a celor de cercetare.

În cazul testării ipotezei 1, analizele statistice arată că există diferențe semnificative statistic ( $p = .000$ ) între cele două grupuri experimentale, la toate cele trei teme și, astfel, confirmă ipoteza că utilizarea *experimentului* este o metodă didactică mai eficientă pentru creșterea *volumului și complexității reprezentării*, în comparație cu *observarea reprezentărilor statice* și utilizarea *explicației*.

Din perspectiva formării reprezentărilor, elevii din GE1 au beneficiat de mai multe condiții favorabile pentru învățare. Ei au observat direct obiectele și fenomenele, au manipulat obiectele în formă tridimensională prin contact direct cu ele, alături de colegi sau în mod autonom (Capparotto et al, 2017) și le-au perceput multimodal. Elevii GE1 și-au autoghidat sau autoreglat sursa procesul de observare a obiectelor și a proceselor, spre deosebire de elevii din GE2 care, în activitatea frontală, au fost determinați de profesor să treacă la observarea altei imagini chiar dacă ar mai fi avut nevoie de timp pentru decodificarea semnificației conținutului reprezentat în fotografie. Elevii GE1 au perceput informațiile într-o ordine cronologică riguroasă, prestabilită de profesor, fapt ce a determinat, pe de o parte, asigurarea coerenței procesului efectuat (experiment sau observare), dar și a procesului (germinare) și fenomenelor investigate (schimbarea stării de agregare a apei, plutirea). Elevii din GE2 au receptat informațiile de la profesor într-o ordine influențată de răspunsurile formulate de ei la întrebări. Atenția elevilor din GE1 a fost focalizată pe un aspect singular, în timp ce elevii din GE2 au observat simultan mai multe imagini pe un slide, ceea ce poate distrage și dispersa atenția. Procesul de înțelegere a ceea ce văd a fost mai dificil pentru elevii din GE2 deoarece ei au fost nevoiți să convertească la nivel mental reprezentarea bidimensională din fotografie într-una tridimensională.

În cazul testării ipotezei 2, la pre-test și post-test, măsurarea gradului de generalitate a reprezentărilor elevilor a fost asociată cu itemi care au vizat: identificarea, în desene, a anumitor trăsături esențiale a corpurilor/ obiectelor; definirea unor concepte (sămânță, germinare, topire, înghețare, vaporizare, condensare, sublimare, desublimare, plutire); formularea unor ipoteze și concluzii referitoare la procesul sau fenomenele care se vor produce în condiții date/existente în realitate; argumentarea/explicarea unui proces biologic și a fenomenelor fizice experimentate sau observate. Analizele statistice arată că există diferențe semnificative statistic ( $p = .000$ ) între cele două grupuri experimentale, la toate cele trei teme și, astfel, confirmă ipoteza că utilizarea *experimentului* este o metodă didactică mai eficientă creșterea gradului de generalitate a reprezentărilor elevilor, în comparație cu *observarea reprezentărilor statice* și utilizarea *explicației*.

Experimentele realizate cu ajutorul fișelor de lucru au avut efect puternic în creșterea abilității elevilor de a identifica trăsăturile esențiale ale corpurilor, de a formula predicții, ipoteze și de a verifica confirmarea lor, de a realiza un experiment, de a deduce relații de tip cauză-efect, de a explica un proces/un fenomen. Discuțiile cu elevii, după activitățile experimentale, au avut rol important în discriminarea informațiilor esențiale de cele neesențiale, în sistematizarea informațiilor despre procese și fenomene pe baza unor criterii logice și cronologice, deci în creșterea gradului de relevanță a reprezentărilor la elevi.

La finalul studiului se conturează câteva concluzii:

În această cercetare, experimentul didactic a fost integrat în contextul modelului instrucțional al lui Gagné (1970; Gagné & Briggs, 1974), reorganizat în structura tradițională a lecției de dobândire de cunoștințe. Proiectarea fiecărui experiment didactic a fost realizată pe baza teoriilor menționate și la studiul 2: teoria dezvoltării cognitive (Vygotsky, 1962, 1978), teoriile referitoare la schele (Wood et al, 1976), teoria învățării din reprezentări multiple, teoria codării duble (Paivio, 1990), teoria cognitivă a învățării multimedia (Ainsworth, 2006; Mayer, 2014; Schnotz, 2014).

Referitor la cele trei ipoteze testate, rezultatele obținute prin analize statistice indică confirmarea acestora: utilizarea *experimentului* este o metodă didactică mai eficientă pentru creșterea volumului, a gradului de de completitudine și a gradului de generalitate a reprezentărilor elevilor, în comparație cu *observarea reprezentărilor statice* și utilizarea *explicației*. Diferențele între cele două grupuri sunt foarte mari, mărimile de efect oscilând între



$\eta^2_p = .286$  și  $\eta^2_p = .771$ .

Dimensiunea relativ mică a eșantionului de participanți, a celui de conținut și numărul mic de activități de învățare bazate pe experiment ghidat de fișe de lucru, incluse în cadrul intervenției formative ar putea fi considerate ca limite ale cercetării. Depășirea lor este posibilă prin extinderea cercetării la eșantion mai mare de participanți din mediul rural și din mediul urban și prin implicarea lor în mai multe activități de învățare bazate pe experimente didactice.

Proiectele de lecții, testele și fișele de lucru create în contextul acestui studiu ar putea fi utile pentru alți profesori și pentru alte grupuri de elevi, fie pentru activitatea didactică obișnuită, fie cu scop de cercetare. Descrierea detaliată a modului de desfășurare a cercetării și includerea materialelor în anexele din lucrare permit replicarea cercetării la alte grupuri.

### 3.4 Studiul 4: Efectele unor activități de învățare bazate pe desenare asupra formării reprezentărilor științifice la elevi

#### 3.4.1. Introducere

Desenarea și coloratul sunt considerate activități importante în viața copiilor (Ahi, 2017). În învățarea științei se utilizează ilustrații de diferite tipuri pentru a facilita înțelegerea informațiilor, iar pentru a le înțelege cititorii trebuie să le decodifice și să extragă semnificația lor (Jewitt & Oyama, 2001). Ilustrațiile științifice au rol important, însă capacitatea tinerilor cititori de a utiliza și de a integra informațiile din ilustrații cu cele din text este limitată (Jian, 2018a).

Cercetătorii subliniază că desenul poate îmbunătăți învățarea conceptuală în știință, deoarece ajută la organizarea cunoștințelor și la înțelegerea lor explicită (Ainsworth et al, 2011), la trecerea spre concepte științifice (Athey, 1990; Cox, 2005), la construirea unui sens și la împărtășirea cu ceilalți a ideilor (Brooks, 2009). Desenarea încurajează elevii să exploreze reprezentările lor despre știință (Prain & Tytler, 2012), ajută la înțelegerea dezvoltării unei structuri mai mult decât o imagine finalizată (Lysek & Gernot, 1981), la identificarea unor concepții greșite, la înțelegerea mai profundă a proceselor pe care rememorarea scrisă sau verbală nu o poate face (Murtonen et al, 2020). Desenarea poate avea scop mnemonic deoarece oamenii își pot aminti mai bine și mai rapid imaginile desenate decât dacă și le-au imaginat sau le-au furnizat etichete verbale (Fernandes et al, 2018). Desenele elevilor sunt dovezi sau indicii ale cunoștințelor conceptuale ale elevilor (Chin & Teou, 2010). Prin desenare, copiii devin mai capabili să lucreze la nivel metacognitiv, vorbind despre concepte științifice complexe și revizuiindu-le. Desenul devine un instrument de comunicare și de rezolvare a unor probleme (Athey, 1990; Cox, 2005).

Prin comparație cu desenarea, *furnizarea de ilustrații* nu garantează integrarea spontană a imaginilor și a cuvintelor (de exemplu, Bodemer et al, 2004; Hegarty et al, 1991), după cum nici *strategiile centrate pe text* nu generează obligatoriu convertirea textului într-o reprezentare mentală nonverbală coerentă care să includă cunoștințele lor din memorie (Leopold & Leutner, 2012).

Desenarea este considerată o *strategie de învățare* în care elevii creează ilustrații reprezentative pentru a realiza un obiectiv de învățare (Van Meter & Garner, 2005). Desenarea este o *strategie de învățare axată pe model* deoarece elevii generează o reprezentare externă

nonverbală și creează o reprezentare mentală integrată a materialului destinat învățării sau un model de situație (Fiorella & Zhang, 2018). Desenarea ca strategie bazată pe model, implică procesele cognitive mai profunde în construirea unui model de situație (Leopold & Leutner, 2012). Strategiile centrate pe model sunt strâns legate de strategiile *generative* (Fiorella & Mayer, 2015, 2016) și strategiile *constructive* (Chi & Wylie, 2014), *strategii de învățare* – activități prin care elevii organizează și să integrează materialul de învățat cu cunoștințele lor anterioare.

Formarea reprezentărilor prin strategia de învățare prin desenare este susținută de mai multe teorii: teoria învățării din reprezentări multiple, inclusiv *Teoria codării duble* (Paivio, 1990), *Teoria învățării generative* (Wittrock, 1992), *Teoriile învățării multimedia* (Ainsworth, 2006; Mayer, 2014; Schnotz, 2014), *Teoria generativă construcției desenului* (Mayer et al, 1995; Wittrock, 1990), care explică conversia unui text furnizat într-un desen (Van Meter & Garner, 2005). În aceste teorii se susține că integrarea informațiilor verbale și nonverbale (vizual-spațiale) sprijină construirea unei reprezentări mentale coerente (Fiorella & Zhang, 2018).

### ***Scop, variabile și ipoteze***

Scopul studiului este acela de investiga care din variantele de completare a activităților didactice bazate pe audierea și studierea unui text cu fotografii, cea în care este utilizată desenarea pe baza unor materiale vizuale statice (fotografii, desene și scheme) sau cea în care este utilizată observarea reprezentărilor statice (fotografii, desene și scheme) este mai eficientă pentru formarea reprezentărilor elevilor la științe.

În acest sens, variabilele studiului nostru sunt următoarele: desenarea, observarea reprezentărilor statice (variabile independente), volumul/completitudinea și complexitatea reprezentărilor (variabilă dependentă) și gradul de relevanță al reprezentărilor (variabile dependente).

Pentru derularea studiului au fost formulate următoarele ipoteze de cercetare:

I<sup>1</sup> – Volumul și gradul de complexitate/completitudine al reprezentărilor elevilor create în urma utilizării desenării ca strategie de instruire sunt mai mari decât în cazul reprezentărilor verbale create în urma utilizării observării reprezentărilor statice ca strategie de instruire.

I<sup>2</sup> – Gradul de relevanță a reprezentărilor elevilor create în urma utilizării desenării ca strategie de instruire este mai mare decât în cazul reprezentărilor create în urma utilizării observării reprezentărilor statice ca strategie de instruire.

### 3.4.2 Metoda

#### *Participanți*

Studiul s-a desfășurat în perioada martie-aprilie 2023 în două școli din județul Dâmbovița. Selecția școlilor s-a realizat pe baza următoarelor criterii: a) frecventarea școlii de către elevi, b) localizarea în mediul urban și c) existența claselor paralele. La studiu au participat 80 de elevi din clasa a II-a, cu vârsta de 8-9 ani, de ambele genuri (31 de gen feminin).

Elevii au rezolvat un test inițial. Pe baza analizei rezultatelor obținute la testul inițial, 40 de elevi au format grupul experimental 1 (GE1) și alți 40 de elevi grupul experimental 2 (GE2). Au fost păstrate clasele preexistente, intervenția desfășurându-se în sălile de clasă ale elevilor.

Înainte de începerea experimentului, am explicat elevilor obiectivele studiului și am clarificat aspecte legate de modul lor de implicare în studiu. Am asigurat confidențialitatea datelor personale ale elevilor și am respectat toate cerințele etice și legale impuse în desfășurarea studiului.

Am obținut consimțământul informațional de la părinții elevilor participanți. Am încheiat protocoale de colaborare cu profesorii îndrumători ai claselor incluse în experiment. Activitățile didactice incluse în studiul experimental au fost susținute de către cercetător la toate clasele, în prezența profesorilor de la clasă, la sfârșitul programului școlar.

#### *Procedura*

Acest studiu este cvasi-experimental, cu un design de tip pre-test - post-test și două grupuri de participanți. Elevii din ambele grupuri au participat la următoarele activități referitoare la pădurea de foioase, corelate cu tema *Pădurea* precizată în programa școlară a disciplinei *Matematică și explorarea mediului*, clasa a II-a: *Arbore și arbust*, *Stratificația din pădurea de foioase* și *Relațiile de hrănire*. Am ales aceste teme deoarece arborii fac parte din mediul de joacă al copiilor din mediul urban și sunt atractivi pentru ei (Elnesr & Said, 2023), permit reprezentarea rapidă prin desene schematic simple a unor componente din mediu (arbore, arbust), a unui ansamblu de componente (stratificația pădurii de foioase), precum și a unor scheme simple ale relațiilor dintre componentele mediului (relația de hrănire/ lanț trofic). Experimentul psihopedagogic a cuprins trei etape, desfășurate în zile distincte din două săptămâni: etapa pre-experimentală – aplicarea pre-testelor (20 minute) și analiza rezultatelor; etapa intervenției formative; etapa post-experimentală – aplicarea post-testelor (20 minute).

### ***Activitățile didactice***

În etapa intervenției formative, la fiecare activitate, la ambele grupuri, profesorul a citit textul alocat, iar elevii au audiat textul și au observat imaginile. La GE1, textul și imaginile au fost vizibile pe ecran pe tot parcursul activității (60 minute). După finalizarea activității, ca temă de studiu pentru acasă, elevii au primit accesul la site-ul unde era disponibil textul și imaginile (Pahome, 2023a).

Elevii din GE1 au primit 3 sarcini: să observe fotografiile date și să deseneze un arbore la care să reprezinte trunchiul și coroana arborelui (fără frunze) și un arbust (fără frunze); să observe fotografiile date și să deseneze schematic cele trei straturi de plante din pădurea de foioase; să observe schema unor lanțuri trofice din pădurea de foioase, să selecteze un lanț trofic din schemă și să scrie pe liniatură toate verigile (specii de plante și animale) din lanț, despărțite de săgeți. La GE2, pe parcursul celor 3 activități, fiecare cu durata de 60 minute, textele și imaginile au fost vizibile pe ecranul din sala de clasă. Elevii din GE2 au primit materialele de studiat în format letric textele și sarcina să le studieze acasă, individual. Elevii din GE1 și GE2 au fost informați că urmează să se aplice un alt test, la finalul celei de-a doua săptămâni din intervenția formativă.

### ***Instrumente***

*Testul inițial.* Testul a cuprins 20 de itemi cu grade diferite de dificultate. Pentru fiecare item rezolvat corect am atribuit 5 puncte. Scorul maxim este de 100 de puncta.

*Pre-teste și post-teste.* Volumul, completitudinea, complexitatea și gradul de relevanță al reprezentărilor elevilor au fost măsurate prin 2 pre-teste și 2 post-teste de concepție proprie, care cuprind 3 itemi de reprezentare prin desen (un item pentru fiecare temă) și 3 itemi care necesită rezolvare în scris. Itemii sunt corelați cu cele două variabile dependente și cu conținutul temei studiate. Scorul maxim al fiecărui test este de 10 puncte.

### ***Analiza datelor***

#### ***Analize preliminare – la nivelul testului inițial***

Pentru a testa echivalența celor două grupe experimentale am procedat la analize statistice comparative. Deoarece datele, la nivelul testului inițial, nu sunt normal distribuite ( $z = 0.285$ ;  $p = .000$ ), am ales să utilizăm testul Mann-Whitney U pentru date neparametrice.

#### ***Analizele principale – testarea ipotezelor***

Analizele preliminare ale asumpțiilor au arătat că și în cazul datelor colectate prin cele

două preteste ( $z = 0.451$ ,  $p = .000$ , respectiv  $z = 0.483$ ,  $p = .000$ ) și cele două posttest ( $z = 0.241$ ,  $p = .000$ , respectiv  $z = 0.188$ ,  $p = .000$ ) avem date nonparametrice, distribuția normală Gaussiană fiind încălcată. Prin urmare, în locul analizelor de timp ANCOVA în care să folosim ca variabilă covariată rezultatele la pretest, am realizat analize de tip Quades's ANCOVA pentru date nonparametrice pentru a testa fiecareia din cele trei ipotezele ale studiului.

### ***Analiza datelor vizuale***

Desenele create de elevi au fost analizate și interpretate. Analiza bazată pe imagini include analiza fotografiilor și a desenelor (Mitchell, 2011). Desenele studiului ( $N=80$ ) au fost analizate în cinci etape: observarea conținutului desenelor pentru stabilirea unor criterii de analiză ușor de observat și de măsurat; observarea desenelor pentru stabilirea categoriilor în funcție de fiecare criteriu; analizarea fiecărui desen pentru încadrarea în categorii; analiza categoriilor și a ponderii lor în desenele evaluate pentru a identifica asemănările și deosebirile; interpretarea rezultatelor. Pe baza analizei desenelor *arborilor și arbuștilor*, am stabilit două criterii de analiză: formă și cromatică. Pe baza analizei desenelor *pădurii de foioase*, am stabilit cinci criterii: numărul straturilor de plante; perspectivă; distribuția spațială a plantelor în raport de categoria lor; dispunerea spațială a plantelor în funcție de relief; cromatică. Pe baza analizei desenelor *lanțurilor trofice*, am stabilit patru criterii: lungimea lanțului trofic, utilizarea denumirilor plantelor și viețuitoarelor, direcția transferului de energie și materie, prezentarea și organizarea în spațiu a elementelor din desen.

### **3.4.3 Rezultate**

#### ***Rezultate preliminare***

Mediile rangurilor celor două grupe de elevi sunt următoarele:  $MR_{\text{desen}} = 51,25$  ( $N_{\text{desen}} = 40$ ) și  $MR_{\text{observare}} = 29,75$  ( $N_{\text{observare}} = 40$ ). Rezultatele la testul Mann-Whitney U ne arată că există diferențe semnificative între cele două grupe de elevi ( $z = -4,467$ ;  $p = .000$ ) la nivelul testului inițial în favoarea grupului care va participa la activități instructiv-educative realizate prin utilizarea metodei desenului. Întrucât grupurile nu sunt echivalente, rezultatele la preteste vor constitui variabile de covarianțe în analizele de comparare ale celor două grupuri experimentale.

#### ***Rezultate principale – testarea ipotezelor***

Rezultatele analizei *Quades's ANCOVA* realizate pentru testarea ipotezei nr. 1, prezentate detaliat în corpul tezei, arată că există diferențe semnificative statistic între cele două grupuri

experimentale. Aceste diferențe sunt în favoarea grupului care a studiat subiectul abordat prin metoda desenului. Mărimea efectului este foarte mare:  $M_{\text{grup\_desen}} = 60,2$  vs.  $M_{\text{grup\_obs}} = 20,8$ ,  $\eta^2p = .748$ .

Așadar, putem concluziona că analizele statistice, în cazul testării ipotezei 1, confirmă ipoteza formulată, *utilizarea desenului ca metodă complementară alături de studierea textului* este o metodă de predare mai eficientă pentru formarea *volumului și complexității reprezentării*, în comparație cu utilizarea *observația reprezentărilor statice*.

Rezultatele analizei *Quades's ANCOVA* realizate pentru testarea ipotezei nr. 2. arată că există diferențe semnificative statistic între cele două grupuri experimentale. Aceste diferențe sunt în favoarea grupului care a studiat subiectul abordat prin metoda desenului. Mărimea efectului este foarte mare:  $M_{\text{grup\_desen}} = 58,26$  vs.  $M_{\text{grup\_obs}} = 22,74$ ,  $\eta^2p = .636$ . Putem concluziona, prin urmare, că analizele statistice, în cazul testării ipotezei 2, confirmă ipoteza formulată, *utilizarea desenului ca metodă complementară alături de studierea textului* este o metodă de predare mai eficientă pentru formarea *relevanței reprezentării*, în comparație cu utilizarea *observația reprezentărilor statice*.

Tabelul 3.3 prezintă date privind mărimea efectului diferențelor dintre cele două condiții experimentale.

**Tabelul 3.3**

*Medii (Ale Rangurilor), Abateri Standard și Mărimea Efectului pentru Compararea celor Două Condiții Experimentale*

	Grupul desenul			Grupul observație			Mărimea efectului (Eta pătrat parțial)
	N	M	AS	N	M	AS	
volum și completitudine	40	60,2	11,75	40	20.80	11.11	.748
relevanță	40	58,26	15,42	40	22.74	11.08	.636

**Rezultate secundare: analiza desenelor**

La pretest, la ambele grupuri, arborii din desene sunt încadrați în categoria celor cu trunchi și coroană mare în formă de nor, iar arbuștii, în categoria celor cu mai multe tulpini din rădăcină. În 43 de desene nu au fost reprezentați arbuștii. La post-test, la GE1, cei mai mulți

arbori sunt încadrați în categoria celor cu trunchi și coroană mare cu ramuri, iar la GE2, în categoria celor cu trunchi și coroană mare în formă de nor, cu ramuri. Cei mai mulți arbuști desenați de ambele grupuri sunt încadrați în categoria celor cu mai multe tulpini din rădăcină.

Referitor la distribuția pe categorii a desenelor arborilor și arbuștilor după cromatică, în multe desene, arborii și arbuști sunt reprezentați monocolor, cu negru (pre-test - 36 de desene).

Referitor la distribuția pe categorii a desenelor pădurii de foioase, la pre-test, cele mai multe desene reprezintă pădurea printr-un strat de arbori, iar la post-test, prin trei straturi de plante (pondere de 100% la GE1). Ca perspectivă, la pretest, cele mai multe desene reprezintă pădurea în format 2D, în timp ce la post-test, la GE1 scade numărul acestor reprezentări, iar la GE2 crește. În funcție de distribuția plantelor pe categorii, în cele mai multe desene plantele sunt reprezentate grupat, numărul acestor desene crescând la GE1 și scăzând la GE2. În funcție de cromatică, la pre-test, cele mai multe desene au fost reprezentate monocolor, în principal, în creion negru, iar la post-test, au fost reprezentate multicolor (trunchiuri și tulpini maro, coroane verzi, strat erbaceu verde).

Cu privire la distribuția pe categorii a desenelor lanțurilor trofice, la pre-test, cele mai multe desene lanțul trofic au cuprins două verigi. La post-test, la GE1, în 27 de lucrări, lanțurile trofice desenate includ mai mult de două verigi, în timp ce la GE2 situația anterioară se păstrează. În funcție de utilizarea denumirilor, la pre-test, cele mai multe desene nu includ denumirile plantelor și animalelor. La post-test, la GE1, în 37 de desene sunt incluse etichete, în timp ce la GE2 etichetele există doar într-un desen. În privința reprezentării direcției transferului de energie și materie, la pre-test nu au fost folosite săgeți, dar la post-test, săgețile sunt incluse în 39 de desene de la GE1. Referitor la organizarea în spațiu, la ambele teste, cele mai multe lanțuri au fost reprezentate din perspectivă liniară.

#### **3.4.4 Discuții și Concluzii**

##### ***Volumul, complexitatea și relevanța reprezentărilor în desenele „Arbore și arbust”***

Desenele realizate de elevi sunt o reprezentare a modelelor lor mentale (Moseley et al, 2010), reflectă cunoștințele lor și realitatea percepută ca urmare a experiențelor lor de viață (Moseley et al, 2010). La pretest, faptul că 67 elevi participanți la studiu au desenat arbori cu trunchi și coroană mare în formă de nor (Figura 3.1a) indică un model mental al arborelui care corespunde cu cel identificat de alți cercetători (Corneau et al, 2019). Acest desen poate fi



considerat o reprezentare-prototip pentru arbore. Faptul că, la pre-test, 43 de elevi nu au desenat arbuști sugerează că ei nu au percepția, reprezentarea și conceptul de arbust.

În privința cromaticii, 41 elevi au desenat arbori cu trunchi și crengi/ ramuri maro/ coroana verde (Figura 3.1a), 39 elevi au desenat arbori monocolor (creion negru), 19 elevi au desenat arbuști cu tulpini și crengi/ ramuri maro/ coroana verde, 15 elevi au desenat arbuști monocolor (creion negru). Desenele indică faptul că elevii au un model mental comun, simplificat, pentru arbore și arbust. Ca urmare a experiențelor și cunoștințelor anterioare, majoritatea a reprezentat arborele cu trunchi solid, maro și coroană verde în formă de nor, iar arbustul a fost reprezentat similar, dar cu înălțime mai mică. Elevii participanți la studiu trăiesc în mediu urban, prin urmare au deficit de experiență pentru dezvoltarea modelelor de arbori și arbuști.

La post-test, la desenele a 22 elevi din GE1 se observă impactul puternic al desenării pe baza observării fotografiilor cu arbori și arbuști și înlocuirea în desene a modelului anterior cu alte modele de arbore și arbust, cu ramuri maro, fără contur la coroană sau tufă. Desenele sunt asemănătoare cu arborii și arbuștii din fotografii (Figura 3.1b, c). Elevii au observat în fotografii: arborii și arbuștii fără frunze, modul de dispunere a ramurilor, coroane cu forme și dimensiuni diferite. În 12 desene se observă că elevii integrează în modelul anterior (Figura 3.1a) crengile în interiorul coroanei în formă de nor (Figura 3.1d). În desenele a 6 elevi se observă păstrarea sau conservarea modelului anterior de arbore, deci nu au avut efect observarea fotografiilor și desenarea. Arbuștii cu mai multe tulpini din rădăcină, desenați de 10 elevi (dublu față pretest), indică faptul că desenarea pe baza observării fotografiilor a avut impact asupra reprezentărilor lor despre arbuști (Figura 3.1b).

### Figura 3.1

*Arbori și Arbuști Desenați de Elevi la Pre-test și Post-test*



(a) Pretest GE1



(b) Posttest GE1



(c) Posttest GE1



(d) Posttest GE1

În desenele elevilor GE2, se constată că 23 elevii au schimbat modelul inițial (Figura 3.1a) prin integrarea ramurilor în interiorul coroanei arborilor (Figura 3.1d), iar 17 elevi au conservat modelul inițial (Figura 3.1a), prin urmare observarea fotografiilor nu a avut impact asupra lor.

Referitor la cromatică, desenele elevilor din ambele grupuri la pretest indică o percepție canonică realistă, bazată pe gândire, a culorilor, deoarece au folosit culoarea-marro pentru a colora trunchiurile arborilor și verde pentru a colora coroana (Figura 3.1a), confirmând un aspect relevat și în alte studii (Ahi, 2017). Villarroel (2016) subliniază că utilizarea canonică a culorilor poate arăta că elevul are cunoștințe corecte despre obiectul reprezentat. În cazul arborilor, reprezentarea lor cu trunchi maro și coroana verde este relevantă pentru primăvară, după înfrunzire și pentru vară. Prin fotografiile propuse spre observare și desenarea arborilor și arbuștilor, reprezentările elevilor au fost completate cu aspecte relevante, specifice plantelor lemnoase din pădurea de foioase în timpul iernii.

O caracteristică generală a desenelor tuturor elevilor, la ambele teste, este reprezentarea arborilor și arbuștilor cu puține detalii, ceea ce confirmă descoperirile din alte cercetări psihologice în care se sugerează că, la vârsta de 8-10 ani, copiii exagerează mai puțin în desenele lor și adaugă mai puține detalii dacă nu s-a cerut să facă acest lucru (Cherney et al, 2006). O altă caracteristică a tuturor desenelor arborilor și arbuștilor este reprezentarea lor fără rădăcini, ceea ce indică o reprezentare incompletă a părților lor componente. Această lacună poate fi explicată, în primul rând, printr-o deficiență de transfer deoarece elevii au studiat în clasa pregătitoare părțile componente ale plantelor erbacee, iar în clasa I, rolul acestor părți, dar nu au fost capabili să le transfere asupra plantelor lemnoase.

Această reprezentare incompletă poate fi explicată și prin faptul că elevii, care trăiesc în mediu urban, nu au avut experiențe relevante în realitate în care să observe rădăcinile arborilor și arbuștilor și să își contruiască un model mental corect și complet al părților componente ale arborilor. A treia explicație poate fi faptul că, în fotografiile oferite, nu au fost vizibile rădăcinile, frunzele, florile și fructele arborilor și arbuștilor și nici în textul oferit nu s-a făcut referire la aceste componente.

#### ***Volumul, complexitatea și relevanța reprezentărilor în desenele pădurii de foioase***

În acest studiu, am analizat și interpretat volumul, complexitatea și relevanța reprezentărilor elevilor în desenele pădurii de foioase pe baza a cinci criterii menționate anterior.

Aspectul cel mai important pe care l-am urmărit în reprezentarea pădurii îl reprezintă stratificația. După criteriul numărul straturilor, faptul că, la pretest, 53 de elevi au reprezentat pădurea de foioase printr-un strat de arbori dispuși pe o linie (Figura 3.2) sugerează o reprezentare-prototip pentru pădure, dar, din perspectivă științifică, reprezentarea este lacunară. Acest mod de reprezentare a arborilor în partea de jos a foii, pe o „linie de bază” corespunde perioadei schematismului, specifică în evoluția desenelor la copii cu vârsta de 7-9 ani (Lowenfeld, 1947) sau fazei realismului intelectual (Luquet, 1927).

### Figura 3.2

*Pădurea de Foioase Desenată de un Elev din GE2, la Pre-test*



La post-test, toți elevii din GE1 au reprezentat cele trei straturi ale pădurii de foioase, ceea ce înseamnă un efect mare al desenării acestor straturi după observarea fotografiilor în etapa intervenției formative. Din GE2, doar 11 elevi au reprezentat cele 3 straturi, iar 29 de elevi au reprezentat un strat de arbori și stratul erbaceu, ceea ce indică o percepție deficitară a stratului de arbuști din fotografia, aspect constatat și la primul item din test.

După criteriul perspectivei, faptul că, la pretest, 53 de elevi au reprezentat pădurea de foioase într-un format 2D (Figura 3.2), toți arborii fiind desenați pe o linie, în partea de jos a paginii, indică perioada schematismului, (Lowenfeld, 1947) sau fazei realismului intelectual (Luquet, 1927), când copiii desenează ceea ce au memorat din ceea ce au văzut, ceea ce au înțeles și cum au înțeles. Faptul că la post-test 27 de elevi au reprezentat pădurea de foioase cu arborii și arbuștii fiind dispuși pe două sau mai multe planuri (Figura 3.3) poate fi explicat prin situarea lor în faza realismului vizual (9 – 11 ani – 14 ani).

La post-test, numărul reprezentărilor 2D a pădurii scade la GE1 de la 32 la 21, dar crește la GE2 de la 21 la 27. Numărul reprezentărilor care redau mai multe planuri ale pădurii crește la GE1 de la 8 la 19 și scade la GE2 de la 19 la 13.

**Figura 3.3**

*Pădurea de Foioase Desenată de un Elev din GE1 la Post-test*



Aceste reprezentări ale pădurii la GE1 au fost influențate de observarea straturilor pădurii în fotografii și de faptul că ei au desenat în etapa intervenției formative, prin transfer, ceea ce au văzut în fotografii, deci conform cu realitatea.

Desenarea pădurii ca urmare a observării unor fotografii a generat, ca efect, construirea unor reprezentări care reprezintă mai multe planuri sunt similare celor artistice. În reprezentarea planurilor din interiorul pădurii, în multe desene se observă că arborii sunt dispuși în lungul unor linii paralele (Figura 3.3), ceea ce indică o similitudine cu dispunerea pomilor în livezi. Faptul că la GE2, numărul reprezentărilor 2D a pădurii a crescut se poate explica prin faptul că elevii au acordat o atenție scăzută fotografiilor și au activat modelul anterior de amplasare a obiectelor, cu deosebire față de pre-test, unde au reprezentat pe linie arborii și arbuștii (Figura 3.4). În pădurea de foioase, arbuștii sunt dispuși, frecvent, în zonele marginale, mai luminate, iar plantele ierboase formează un strat dispus printre plantele lemnoase, la baza lor, elemente vizibile în fotografiile furnizate.

**Figura 3.4**

*Pădurea de Foioase Desenată de Doi Elevi din GE2 la Post-test*



După criteriul distribuției spațiale a plantelor în raport de categoria lor, în desene, se evidențiază 2 modalități de reprezentare: grupare pe categorii a plantelor (arbori, arbuști) (Figura 3.5a); distribuție aleatorie (alternanță de plante din categorii diferite) (Figura 3.5b).

**Figura 3.5**

*Distribuția Spațială a Arborilor din Pădurea de Foioase în Desenele Elevilor din GE1 și G2, la Post-test*



(a) GE1

(b) GE2

*După criteriul cromatic*, faptul că la pre-test, la GE1 25 elevi au desene monocolor/ negru, similare cu desenele arborilor de la primul item, se poate explica prin comoditatea desenării în creion. 10 elevi din GE1 și-au păstrat această opțiune și la post-test, deși s-a precizat cerința folosirii culorilor. Pe ansamblu, se observă că elevii tind să folosească în mod realist, mai frecvent, culoarea verde pentru părți anatomice ale plantelor, maro pentru trunchiurile copacilor, potrivit în mod specific acest model de culoare în desenele lor cu unele aspecte din viața plantelor (Villarroel, 2016). Se presupune că ei aleg deliberat culorile, atribuindu-le un sens specific (Villarroel, 2016) și un rol cheie pentru recunoașterea obiectelor (Kimura et al, 2010) și pentru procesarea lor semantică (Hayakawa et al, 2011).

***Volumul, complexitatea și relevanța reprezentărilor lanțurilor trofice***

Faptul că la pre-test, majoritatea elevilor din ambele grupuri au reprezentat relația de hrănire între producător și un consumator (2 verigi), într-o schemă liniară orizontală sau verticală, fără etichete și fără săgeți între verigi ne indică absența reprezentărilor referitoare la complexitatea relațiilor de hrănire. Cu toate că elevii din GE2 au avut posibilitatea să analizeze lanțurile trofice în desenele oferite de profesor și să recitească textul scris, desenele lor de la post-test sunt similare celor de la pre-test, confirmând ceea ce s-a raportat și în alte studii: au acordat ilustrațiilor puțină atenție și nu au procesat în profunzime informațiile vizibile în ilustrații (Jian, 2016; Jian & Ko 2017; Hannus & Hyönä, 1999), dar nici cele din text. Rezultatele elevilor din GE1 la post-test (Figura 3.6a) sunt mult superioare celor ale elevilor din GE2 (Figura 3.6b), ca efect al activității de desen din intervenție, când li s-a cerut să construiască mai multe lanțuri trofice pe baza observării desinelor, urmând instrucțiunile referitoare la procedură.

**Figura 3.6**

*Reprezentarea Lanțurilor Trofice în Desenele Elevilor din GE1 Ți GE2, la Post-test*



GE1 (a)

GE2 (b)

La finalul studiului se conturează câteva concluzii:

Referitor la cele două ipoteze testate, rezultatele obținute prin analize statistice indică confirmarea acestora: *utilizarea desenului ca metodă complementară alături de studierea textului* este o metodă de predare mai eficientă pentru formarea *volumului și complexității reprezentării*, în comparație cu utilizarea *observația reprezentărilor statice*, cu mărimea efectului foarte mare:  $M_{\text{grup\_desen}} = 60,2$  vs.  $M_{\text{grup\_obs}} = 20,8$ ,  $\eta^2p = .748$  (ipoteza 1). *utilizarea desenului ca metodă complementară alături de studierea textului* este o metodă de predare mai eficientă pentru formarea *relevanței reprezentării*, în comparație cu utilizarea *observația reprezentărilor statice*, cu mărimea efectului este foarte mare:  $M_{\text{grup\_desen}} = 58,26$  vs.  $M_{\text{grup\_obs}} = 22,74$ ,  $\eta^2p = .636$  (ipoteza 2).

Strategia de învățare prin desenare a avut eficiență în formarea reprezentărilor, respectiv cele două strategii de învățare axată pe model: o strategie originală de conversie manuală a unor fotografii în desene și o strategie de desenare pe baza unui desen generat de profesor, descrisă în literatură (van Meter, 2001; van Meter & Garner, 2005; van Meter et al, 2006). Strategia de învățare prin desen are efecte benefice asupra reprezentărilor interne ale elevilor participanți la studiu, efecte reflectate în desenele elevilor și prezentate în literatură: (1) construiesc reprezentări mai detaliate (Long et al, 2018); (2) schimbă structura de similitudine a conceptelor obiectelor vizuale (Goldstone et al, 2001); (3) schimbă în mod diferențial caracteristicile vizuale care au prioritate în reprezentările lor interne (Long et al, 2018); (4) includ în desenele lor trăsături vizuale distinctive suficiente pentru a identifica categoria pe care ei au intenționat să o deseneze (Long et al, 2019); (5) desenează în mod diferit lumea vegetale (Villarroel, 2016); (6) tind să folosească în mod realist culorile, atribuindu-le sensuri specifice (Villarroel, 2016).

Limitele cercetării sunt reprezentate de dimensiunea relativ mică a eșantionului de

participanți, a celui de conținut și de numărul mic de activități de învățare bazate pe desenare incluse în cadrul intervenției formative. Aceste limite pot fi depășite prin extinderea cercetării la eșantion mai mare de participanți, atât din mediul rural, cât și din cel urban și implicarea lor în mai multe activități de învățare bazate pe desenare.

Cercetarea poate fi extinsă prin utilizarea strategiilor de învățare prin desen și la alte discipline de învățământ. Materialele realizate, testele și proiectele activităților de învățare de concepție proprie sunt utile și pentru alți profesori și alte grupuri de elevi. Descrierea modului de desfășurare a cercetării și materialele incluse în lucrare permit replicarea cercetării la alte grupuri.

## CAPITOLUL IV. CONCLUZII

### 4.1 Concluzii privind Relația dintre Premisele Teoretice și Partea Aplicativă

La nivel teoretic, în primul rând, constatăm că, în psihologie, termenului „reprezentare” îi sunt atribuite mai multe semnificații, fiind analizat ca *proces*, *produs* și *capacitate* și că încă nu există un consens în privința a ceea ce ar putea fi reprezentările mentale (APA, p. 641). De asemenea, constatăm că, în literatură, se disting reprezentările mentale și reprezentările externe, care sunt folosite pentru a reprezenta realitatea în forme materiale și în forme digitale. În științele educației, se operează atât cu reprezentările interne sau mentale, cât și cu reprezentările externe, motiv pentru care este necesară o profundă cunoaștere a ambelor categorii.

Prin urmare, în teză, am realizat o sinteză a conceptului de reprezentare și am reprezentat acest concept într-o schemă.

În al doilea rând, la nivel teoretic sunt explicate diverse procese sau mecanisme care se produc în mintea umană și prin intermediul cărora se formează reprezentările. Modul de prezentare a acestor procese, diversitatea și complexitatea teoriilor fac ca înțelegerea și transferul, respectiv aplicarea informațiilor de către practicienii din domeniul științele educației să fie dificilă, ceea ce explică, probabil, interesul scăzut pentru cercetarea formării reprezentărilor în învățământul primar, la științe.

În al treilea rând, am constatat că învățarea la științe, în viziunea tezei noastre, este susținută de mai multe teorii pe care am fundamentat activitățile experimentale. Având în vedere că formarea reprezentărilor începe cu percepția, frecvent, multimodală, în predarea și învățarea la științe ar trebui să se ia în considerare teoria cognitivă a învățării multimedia bazată pe mai multe teorii cognitive: „teoria memoriei de lucru”, „teoria codificării duale”, „teoria încărcării cognitive”. Aceste teorii ajută la înțelegerea mecanismelor de transmitere, de percepție și de prelucrarea a informației prin canalul auditiv și cel vizual și a faptului că fiecare subsistem al memoriei de lucru are capacitate limitată.

Din perspectiva acestor teorii, concluzionăm că, în predarea și în învățarea la științe, ar trebui să se asigure condiții optime sau mai bine adaptate la nivelul de dezvoltare cognitivă al elevilor din învățământul primar. Ne referim la volumul și la gradul de dificultate al informațiilor oferite, la forma în care sunt oferite informațiile, la canalul sau canalele prin care sunt transmise informațiile. Susținem, de asemenea, că, pentru învățarea la științe în clasă, datorită gradului de



dificultate a cunoașterii științifice, este importantă organizarea activității didactice luând în considerare teoria dezvoltării cognitive (Vygotsky, 1962, 1978). Este importantă conceperea și organizarea activităților de învățare în zona proximei dezvoltări (ZPD) a elevilor și sunt importante procesele de mediere a cunoașterii susținute de profesor și care au impact asupra internalizării, respectiv asupra formării reprezentărilor elevilor. Un rol esențial pentru producerea învățării sistematice și de profunzime la științe îl are respectarea teoriilor privind abordarea învățării și a predării prin schele. Schelele ar trebui înțelese ca procese sau instrumente cu ajutorul cărora copilul poate rezolva o problemă, rezolva o sarcină sau realiza un scop care îi depășesc capacitatea sau competența (Wood et al., 1976), astfel schela funcționează ca un mediator în zona proximală de dezvoltare a copilului.

În al patrulea rând, am constatat că, în didactica științelor, există modele de instruire care vizează predarea și învățarea, în general și nu modele de instruire care să aibă ca scop principal formarea reprezentărilor. Pornind de la mai multe teorii ale învățării, constatăm că, formarea reprezentărilor la științe poate fi înscrisă creativ, optim, în contextul unor modele de instruire originale, structurate pe etape, în care să fie precizate: acțiunile efectuate de profesor și de elevi, rolurile lor, metodele și strategiile didactice folosite în fiecare etapă și modul de aplicare a lor, formele de organizare a activității, modul de evaluare, procesele cognitive pe care le săvârșesc elevii și alte detalii care facilitează la implementarea modelului în practică.

#### **4.2 Concluzii privind Realizarea Obiectivelor Cercetării și Confirmarea Ipotezelor**

Această teză a avut două obiective principale: explorarea concepțiilor profesorilor metodiști din învățământul primar (PMÎP) despre reprezentări și practicile lor didactice utilizate în formarea la elevi a reprezentărilor la științe, în învățământul primar; explorarea efectelor pe care le au anumite metode și strategii didactice asupra formării reprezentărilor la științe, în învățământul primar.

Primul obiectiv a fost realizat prin studiul 1, în care am colectat date de la PMÎP, prin intermediul unei anchete pe bază de interviu. Radiografia concepțiilor PMÎP ne-a oferit repere consistente pentru a alege metodele și strategiile didactice pe care să le testăm în activitățile experimentale, a surprins preferințe pentru a utiliza anumite metode și mijloace de învățământ în învățarea la științe și unele lacune la nivel teoretic.

Cel de-al doilea obiectiv a fost realizat prin studiile 2, 3 și 4.

Studiul 2 a urmărit analizarea efectelor unor activități de învățare bazate pe observare. Analizele statistice indică confirmarea celor trei ipoteze testate: observația directă este o metodă de instruire mai eficientă în comparație cu observația realizată în fotografii și/sau desene, mărimile de efect fiind foarte mari. Strategia de învățare prin observare ghidată prin fișe de lucru a contribuit mai mult la creșterea volumului, a gradului de complexitate și de generalitate a reprezentărilor la cele trei teme în activitățile de învățare bazate pe observarea directă a obiectelor decât în cele bazate pe observarea în desene și în fotografii.

Studiul 3 a vizat analizarea impactului unor activități de învățare bazate pe experiment asupra formării reprezentărilor elevilor la științe. Analizele statistice confirmă ipotezele testate, dovedind că utilizarea experimentului este o metodă didactică mai eficientă pentru creșterea volumului și complexității reprezentării, a gradului de generalitate a reprezentărilor elevilor, în comparație cu observarea unor experimente, în fotografii și desene și audierea explicației profesorului.

Studiul 4 a urmărit investigarea eficienței desenării pe baza observării unor materiale vizuale statice (fotografii, desene și scheme), comparativ cu observarea reprezentărilor vizuale statice (fotografii, desene și scheme), aceste activități fiind organizate prin asociere și în completarea unor activități didactice bazate pe audierea și studierea unor texte ilustrate cu fotografii, desene și scheme.

Analizele statistice indică confirmarea ipotezelor testate, dovedind că utilizarea desenului, ca metodă complementară alături de studierea textului, este o metodă de predare mai eficientă pentru creșterea volumului, a gradului de complexitate și a relevanței reprezentării, în comparație cu utilizarea observării reprezentărilor statice, cu mărimea efectului foarte mare.

## 4.3

### Implicațiile Tezei

#### *Implicații teoretice*

Ancheta noastră fenomenologică din studiul 1 a fost prima care a explorat concepțiile profesorilor metodiști din învățământul primar (PMÎP) despre reprezentări. Studiul nostru a fost primul care a analizat practicile utilizate în clasă, în predarea și învățarea la științe, cu scopul de a contribui la formarea reprezentărilor, în timp ce studiile existente au analizat alte aspecte. Elementul de noutate îl reprezintă faptul că am explorat, din mai multe perspective, concepțiile unor profesori cu expertiză în practica la clasă și în evaluarea altor profesori.

Studiile 2, 3 și 4 au mai multe implicații teoretice în domeniul științelor educației. Contribuția teoretică cea mai importantă și originală este conceperea și implementarea a trei modele de instruire: modelul de instruire pe baza observării ghidate prin fișe de observare; modelul de instruire pe baza experimentului ghidat prin fișe de activitate experimentală; modelul de instruire pe baza strategiei de învățare prin desen). Fiecare model de instruire are în prim plan o metodă de instruire pe care am selectat-o pentru a testa eficiența ei în formarea reprezentărilor la elevi la științe, prin comparație cu alte metode sau strategii de instruire. Pentru fiecare model de instruire există o descriere a etapelor în text și o reprezentare vizuală. Aceste modele de instruire au fost concepute pe baza teoriilor menționate anterior.

### ***Implicații metodologice***

În studiile realizate au fost rafinate mai multe proceduri. Studiul 1 oferă o modalitate de intervievare a participanților, adaptată la contextul pandemiei „COVID-19”, prin colectarea răspunsurilor în scris. Studiul 1 aduce o modalitate originală de prezentare a selecției răspunsurilor persoanelor intervievate, acestea fiind asociate cu categoriile în care au fost incluse de cercetător. Acest mod de prezentare a răspunsurilor și a categoriilor permite înțelegerea profundă a constituirii categoriilor de concepții.

Studiile 2, 3 și 4, care sunt similare ca organizare a cercetării, au mai multe implicații metodologice. În primul rând, menționăm selecția participanților la studiu. Fiind studii din domeniul științelor educației, care explorează învățarea elevilor din învățământul primar, pentru asigurarea autenticității și corectitudinii cercetării, au fost selectate clase de elevi, pe baza unor criterii, experimentele au fost realizate în fiecare clasă selectată, optând astfel pentru o cercetare cvs-experimentală, din perspectivă naturalistă. Fiecare grup inclus în experiment a fost constituit din două clase și a cuprins între 40 și 51 de participanți. Prelucrarea statistică a datelor s-a realizat în funcție de echivalența claselor.

În al doilea rând, ne referim la extinderea fiecărei intervenții formative ca număr de activități, durată, conținuturi studiate. La fiecare dintre studiile 2, 3 și 4, pentru a testa ipotezele stabilite, am realizat trei activități didactice distincte, fiecare cu alt conținut, fără legătură evidentă între conținuturi. În al treilea rând, am monitorizat organizarea fiecărei activități din intervenția formativă, la toate grupurile. Pentru evitarea diferențelor în realizarea activităților, acestea au fost realizate de cercetător, în prezența profesorilor de la clasă, cu excepția activităților în care profesorul a avut doar rolul de a transmite informații sau sarcini precise, fără a avea un

impact cognitiv asupra elevilor. În al patrulea rând, am urmat riguros, etapele planificate pentru fiecare activitate. Pentru asigurarea unei testări corecte, la fiecare studiu, activitatea a fost structurată pe baza aceluiași model de instruire, la fiecare grup.

### *Implicații practice*

Această cercetare are, în principal, implicații practice. În primul rând, toată concepția asupra tezei este filtrată de competența profesională (în specialitate, psihopedagogică, didactică), de calitățile autorului care profesează ca profesor pentru învățământ primar și de studiul aprofundat al literaturii privind tema cercetată. Aceste filtre profesionale asigură o focalizare atentă asupra abordării holistice a procesului de învățare săvârșit de către elevi, începând cu obiectivele prefigurate și ajungând la realizarea lor de către elevi. S-a urmărit permanent formarea competențelor specifice științelor, menționate în programele școlare, iar alegerea conținuturilor, ca diversitate, grad de dificultate și nivel de aprofundare, a vizat provocarea cognitivă a elevilor. Satisfacția elevilor implicați în cercetare și rezultatele statistice demonstrează că elevii pot obține rezultate foarte bune când profesorii de la clasă dovedesc pasiune, îi implică în activități interesante, provocatoare și sunt parteneri cu elevii în activitatea didactică, aspect precizat în studiul TIMSS.

În al doilea rând, materialele (pre-teste, post-teste, fișe de observare, fișe de activitate experimentale și alte fișe de lucru, proiecte de lecții, texte, fotografii, desene, scheme) concepute, realizate și aplicate în contextul acestei cercetări pot constitui repere pentru profesorii din învățământul primar și pentru cercetătorii care ar dori să realizeze studii identice sau similare.

În al treilea rând, descrierea sistematică și detaliată activităților desfășurate și a modelelor de instruire, precum și reprezentările vizuale ale acestora, oferă celor interesați informațiile necesare pentru a înțelege profund procesul didactic, facilitează explicarea rezultatelor obținute de elevi și aplicarea acestor modele de instruire în alte contexte. Diseminarea rezultatelor cercetării întreprinse prin publicarea tezei în format letric și în format electronic facilitează accesul la cunoașterea unor modalități de predare și învățare care pot fi aplicate cu succes la științe, dar cu o atentă adaptare la caracteristicile elevilor din clasă.

### **4.4 Limite și Direcții Viitoare de Cercetare**

Cu toate că cercetarea noastră a ajuns la concluzii relevante și are implicații practice, metodologice și teoretice importante, teza are câteva limite generale care ar trebui luate în

considerare. În studiul 1, colectarea în scris a răspunsurilor ar putea fi o limită a cercetării prin faptul că nu au fost utilizate întrebări suplimentare cu scopul de a aprofunda aspectele investigate și prin posibila influențare a discursurilor PMÎP de existența unor aspecte teoretice descrise în literatură. Relevanța răspunsurilor formulate a depins de deschiderea lor de a furniza detalii, de viziunea personală și de poziționarea centrală sau marginală față de problematica studiului. Ca orice studiu fenomenologic, interpretarea rezultatelor este influențată de subiectivitatea cercetătorului. Cercetarea ar putea fi extinsă: prin utilizarea acestui ghid de interviu în alte studii; prin solicitarea unor răspunsuri mai extinse; prin decuparea unor părți din problematica investigată și aprofundarea lor.

Studiile 2, 3 și 4 au avut mai multe limite. O limitare importantă este numărul mic de participanți și variabila gen. Cu toate că, în literatură se menționează că aceste dimensiuni ale grupurilor implicate în experiment nu afectează validitatea variabilelor independente, totuși, rezultatele statistice au putere mică de generalizare. Pentru o generalizare a concluziilor, cercetările viitoare ar putea să fi realizate pe eșantioane reprezentative, în care selecția participanților să fie realizată prin randomizare. O altă limită o reprezintă faptul că rezultatele pot fi influențate puternic de caracteristicile elevilor din clasele implicate în experiment. Modul de organizare a activităților și materialele folosite de profesor ar trebui adaptate la specificul grupului de elevi cu care lucrează. O limitare o reprezintă dimensiunea relativ mică a eșantionului de conținut și numărul mic de activități de învățare incluse în cadrul intervențiilor formative. Pentru a depăși această limită, cercetările viitoare ar trebui extinse la mai multe activități și elemente de conținut. În realizarea acestei cercetări extinse, limita cea mai problematică și constrângătoare este resursa de timp.

#### **4.5 Concluzii Generale**

Formarea sistematică a reprezentărilor științifice ale elevilor este importantă pentru cunoaștere în general și pentru cunoașterea științifică, în special, pentru adaptarea și valorificarea optimă, într-o societate bazată pe cunoaștere și sustenabilitate, iar în acest proces formal de formare a reprezentărilor, profesorii au rol esențial.

Considerăm, de asemenea, că este necesară o cunoaștere mai profundă și amplă de către profesori a conceptului de reprezentare și a modalităților de formare a reprezentărilor interne la elevi, a teoriilor despre învățare pentru realizarea cunoașterii științifice și dezvoltarea abilităților

științifice prin predarea și învățarea efectuată la științe.

Concepția profesorilor despre predare, competența lor psihopedagogică, didactică și cea științifică, pasiunea lor pentru științe și pentru activitatea didactică, motivația și responsabilitatea lor influențează alegerea și folosirea metodelor și strategiilor de predare și de învățare, precum și a mijloacelor de învățământ și a conținuturilor, toate acestea având impact puternic asupra rezultatelor elevilor.

Și, în final, dorința elevilor de a cunoaște și de a învăța este decisivă în formarea propriilor reprezentări, aceasta fiind influențată de nevoile, scopurile, interesele și motivația lor, de voința de a se implica în învățare și de a depune efort pentru realizarea obiectivelor.

### Referințe

- Abrahams, I., Reiss, M. J., & Sharpe, R. M. (2013). The assessment of practical work in school science. *Studies in Science Education*, 49(2), 209-251.
- Admiraal, W., Louws, M., Lockhorst, D., Paas, T., Buynsters, M., Cviko, A., ... & Kester, L. (2017). Teachers in school-based technology innovations: A typology of their beliefs on teaching and technology. *Computers & Education*, 114, 57-68.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.06.013>.
- Ahi, B. (2017). The world of plants in children's drawings: Color preferences and the effect of age and gender on these preferences. *Journal of Baltic Science Education*, 16(1), 32-42.  
<https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=974205>.
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and instruction*, 16(3), 183-198.  
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>.
- Åkerlind, G. S. (2005). Variation and commonality in phenomenographic research methods. *Higher education research & development*, 24(4), 321-334.  
<https://doi.org/10.1080/07294360500284672>.
- Alt, D. (2018). Science teachers' conceptions of teaching and learning, ICT efficacy, ICT professional development and ICT practices enacted in their classrooms. *Teaching and teacher Education*, 73, 141-150. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.03.020>.
- Anderson, J. R. (2015). *Cognitive Psychology and Its Implications* (8th ed.). Worth Publishers.
- Anderson, J. L., Ellis, J. P., & Jones, A. M. (2014). Understanding early elementary children's conceptual knowledge of plant structure and function through drawings. *CBE—Life Sciences Education*, 13(3), 375-386. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-12-0230>.
- APA Dictionary of Psychology. **mental representation**. In Vandebos, G.R. (Ed.) (2015). *APA Dictionary of Psychology* (Second Edition) (p. 641). American Psychological Association.
- APA Dictionary of Psychology. **representation**. In Vandebos, G.R. (Ed.) (2015). *APA Dictionary of Psychology* (Second Edition) (p. 906). American Psychological Association.
- Areljung, S., Due, K., Ottander, C., Skoog, M., & Sundberg, B. (2021). Why and how teachers make use of drawing activities in early childhood science education. *International*

- Journal of Science Education*, 43(13), 2127-2147.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1953186>.
- Athey, C. (1990). *Extending Thought in Young Children: A Parent-Teacher Partnership*. Paul Chapman Publishing.
- Barbacovi, V., Santovito, G., & Irato, P. (2018). Little scientists for large discoveries: an experimental approach to survey the world with classes ii of the primary school-The observation and study of plant life. In *EDULEARN18 Proceedings* (pp. 6641-6648). IATED. <https://library.iated.org/view/BARBACOVI2018LIT>.
- Black, P., Wilson, M., & Yao, S. Y. (2011). Road maps for learning: A guide to the navigation of learning progressions. *Measurement: Interdisciplinary Research & Perspective*, 9(2-3), 71-123. <https://doi.org/10.1080/15366367.2011.591654>.
- Bloch, H. (2007). REPRÉSENTATION. Dans H., Bloch, R., Chemama, É., Dépret, A., Gallo, P., Leconte, J., Le Ny François Postel J. & M. Reuchlin M. (2007). *Grand dictionnaire de la*
- Bocoș, M., Stan, C., & Crișan, C.-A. (2021). *Cercetarea educațională. Volumul II. Repere metodologice și instrumentale*. Presa Universitară Clujeană.
- Bodemer, D., Ploetzner, R., Feuerlein, I., & Spada, H. (2004). The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualisations. *Learning and instruction*, 14(3), 325-341. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.006>.
- Bolzon, F., Bellio, M., Pietropoli, E., Santovito, G., & Irato, P. (2022). Study of plants through laboratory teaching based on the scientific method with primary school children. In *EDULEARN22 Proceedings* (pp. 5846-5854). IATED.  
<https://library.iated.org/view/BOLZON2022STU>.
- Boulton-Lewis, G. M., Smith, D. J. H., McCrindle, A. R., Burnett, P. C., & Campbell, K. J. (2001). Secondary teachers' conceptions of teaching and learning. *Learning and instruction*, 11(1), 35-51. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(00\)00014-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00014-1).
- Bowden, J. (2000). The nature of phenomenographic research. In J.A. Bowden, & Walsh, & E. Walsh, (Eds.), *Phenomenography* (pp. 1-18). RMIT University Press.
- Brooks, M. (2009). Drawing, visualisation and young children's exploration of "big ideas". *International Journal of Science Education*, 31(3), 319-341.  
<https://doi.org/10.1080/09500690802595771>.



- Bruner, J. S. (1974). The growth of representational processes in childhood. In J. M. Anglin (Ed.), *Bevnd the information given: Studies in the psycholgy ofknowing* (pp. 313-324). C. Allen & Union.
- Buzilă, S. R., Ciascai, L., Dulamă, M. E., Ilovan, O. R., & Kosinszki, S. A. (2017, October). Interactive Multimedia Learning Activities (IMLA) in a Digital Textbook. In *Proceedings of the 12th International Conference on Virtual Clearing* (pp. 224-229).
- Cerghit, I. (2006). *Metode de învățământ*. Polirom.
- Chan, K. W. (2011). Pre-service teacher education students' epistemological beliefs and conceptions about learning. *Instructional Science*, 39, 87-108.  
<https://doi.org/10.1007/s11251-009-9101-1>.
- Chan, K. W., & Elliott, R. G. (2004). Relational analysis of personal epistemology and conceptions about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education*, 20, 817-831.  
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2004.09.002>.
- Chen, J. (2014). Teachers' conceptions of approaches to teaching: A Chinese perspective. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 24, 341-351. <https://doi.org/10.1007/s40299-014-0184-3>.
- Cherney, I. D., Seiwert, C. S., Dickey, T. M., & Flichtbeil, J. D. (2006). Children's drawings: A mirror to their minds. *Educational psychology*, 26(1), 127-142.  
<https://doi.org/10.1080/01443410500344167>.
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219-243.  
<https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science education*, 86(2), 175-218.  
<https://doi.org/10.1002/sce.10001>.
- Chin, C., & Teou, L. Y. (2010). Formative assessment: Using concept cartoon, pupils' drawings, and group discussions to tackle children's ideas about biological inheritance. *Journal of Biological Education*, 44(3), 108-115. <https://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656206>.
- Ciascai, L., & Dulama, M. E. (2013). What Specific Science Abilities and Skills Are Romanian Students Developing during Primary Education? A Comparison with the Abilities Tested by the TIMSS 2011 Inquiry. *Acta Didactica Napocensia*, 6(4), 29-44.

<https://eric.ed.gov/?id=EJ1053712>.

- Comeau, P., Hargiss, C. L., Norland, J. E., Wallace, A., & Bormann, A. (2019). Analysis of Children's Drawings to Gain Insight into Plant Blindness. *Natural Sciences Education*, 48(1), 1-10. <https://doi.org/10.4195/nse2019.05.0009>.
- Covill, M., & Pattie, I. (2002). Science skills—The building blocks. *Investigating*, 18(4), 27-30. <https://search.informit.org/doi/epdf/10.3316/aeipt.122445>.
- Cox, S. (2005). Intention and meaning in young children's drawing. *International Journal of Art & Design Education*, 24(2), 115-125. <https://doi.org/10.1111/j.1476-8070.2005.00432.x>.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5rd ed.). Sage Publications.
- Cromley, J. G., Du, Y., & Dane, A. P. (2020). Drawing-to-learn: does meta-analysis show differences between technology-based drawing and paper-and-pencil drawing?. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 216-229. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09807-6>.
- Cuban, L. (2007). Hugging the middle: Teaching in an Era of testing and accountability 1980–2005. *Educational Policy Analysis Archives*, 15, 1–29. <https://www.redalyc.org/pdf/2750/275020546001.pdf>.
- Damerau, K., Beudels, M. M., Börtitz, C., El Balti, N., Funk, L., Westerholt, D., ... & Preisfeld, A. (2022). The Effect of Teaching with Anatomical Models in Science Education on Primary School Children's Understanding of Human Organs. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 14(4), 539-555. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1351650>.
- Darling-Hammond, L., & Youngs, P. (2002). Defining “highly qualified teachers”: What does “scientifically-based research” actually tell us?. *Educational researcher*, 31(9), 13-25. <https://doi.org/10.3102/0013189X031009013>.
- Da-Silva, C., Ruiz, V. M. C., & Porlan, R. (2006). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: Longitudinal analysis using cognitive maps. *Science Education*, 91(3), 461-491. <https://doi.org/10.1002/sce.20183>.
- Davis, E.A. (2015). Scaffolding Clearing. In R. Gunstone (ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 845-847). Springer Science.
- de Bóo, M. (2006) Science in the Early Years, in W. Harlen (ed.) *ASE Guide to Primary Science* (3rd ed.). ASE.

- Devolder, A., van Braak, J., & Tondeur, J. (2012). Supporting self-regulated learning in computer-based learning environments: systematic review of effects of scaffolding in the domain of science education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(6), 557-573. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00476.x>.
- Díaz, L. D. E. (2017). The Teaching of the Experimental Sciences in Primary Education through a Methodology by Inquiry: Learning Difficulties and Pedagogical Guidelines. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(8), 1925-1930. [http://www.ijese.net/makale\\_indir/IJESE\\_1951\\_article\\_59f85a49ad75d.pdf](http://www.ijese.net/makale_indir/IJESE_1951_article_59f85a49ad75d.pdf).
- Díaz-Lobo, M., & Fernández-Novell, J. M. (2015). How to Prepare Didactic Experiments Related to Chemical Properties for Primary, Secondary and High School. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 2(5), 41-49.
- Doron, R., & Parot, F. (2006). **Reprezentare**. În R., Doron, & F. Parot (Eds.), *Dicționar de psihologie* (p. 670). Humanitas.
- Dulamă, M.E. (2012). *Științe și didactica științelor pentru învățământul primar și preșcolar*. Presa Universitară Clujeană.
- Dulamă, M.E., & Magdaș, I. (2014). Analysis the Competences and Contents of „Mathematics and Environmental Exploration” Subject Syllabus for Preparatory Grade. *Acta Didactica Napocensia*, 7(2), 11-24. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1053265>.
- Eberbach, C., & K. Crowley. 2009. From Everyday to Scientific Observation: How Children Learn to Observe the Biologist’s World. *Review of Educational Research* 79(1), 39–68. <https://doi.org/10.3102/0034654308325899>.
- Eija, Y., Elisabeth, G., & Varpu, E. (2012). School childrens drawings of landscape they would like to conserve and how the drawings reflect their environmental conceptions. In *Paper delivered at Australian Association for Research in Education conference*. Sydney.
- Eysenck, M.W., & Keane, M. (1992). *Cognitive Psychology : A Student's Handbook* . Lawrence Erlbaum Associates.
- Eș, H. (2014). Concepts of vegetable and fruit in preschool and elementary education. *Journal of Baltic Science Education*, 13(5), 709-725. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1037381>.
- Eugenio-Gozalbo, M., Aragón, L., & Ortega-Cubero, I. (2020). Gardens as science learning contexts across educational stages: Learning assessment based on students’ graphic

- representations. *Frontiers in psychology*, 11, 2226.  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.02226/full>.
- Fenstermacher, G. D., & Soltis, J. F. (2004). *Approaches to teaching*. Teachers College Press.
- Fernandes, M. A., Wammes, J. D., & Meade, M. E. (2018). The surprisingly powerful influence of drawing on memory. *Current Directions in Psychological Science*, 27(5), 302-308.  
<https://doi.org/10.1177/0963721418755385>.
- Fiorella, L., & Zhang, Q. (2018). Drawing boundary conditions for learning by drawing. *Educational Psychology Review*, 30, 1115-1137. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9444-8>.
- Gagné, R.M. (1970). *The conditions of learning* (2nd ed.) Holt, Rinehart & Winston.
- Gagné, R. M., & Briggs, L. J. (1974). *Principles of instructional design*. Holt, Rinehart & Winston.
- Gallina, S., Irato, P., & Santovito, G. (2019). Inquiry into animal tracks: an experimental application of IBSE-inquiry based science education-approach in the ecological field in primary school. In *INTED2019 Proceedings* (pp. 186-195). IATED.  
<https://library.iated.org/view/GALLINA2019INQ>.
- Gelman, R., & Brenneman, K. (2012). Moving young “scientists-in-waiting” onto science learning pathways: Focus on observation. In J. Shrager, & S. Carver (Eds.), *The journey from child to scientist: Integrating cognitive development and the education sciences* (pp. 155–169). American Psychological Association.
- Goldstone, R. L., Lipka, Y., & Shiffrin, R. M. (2001). Altering object representations through category learning. *Cognition*, 78(1), 27-43. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(00\)00099-8](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00099-8).
- Golu, M. (2005). *Bazele psihologiei generale*. Editura Universitară.
- Goodman, B. E., Freeburg, E. M., Rasmussen, K., & Meng, D. (2006). Elementary education majors experience hands-on learning in introductory biology. *Advances in Physiology Education*, 30(4), 195-203. <https://doi.org/10.1152/advan.00012.2006>.
- Hannafin, M., Land, S., & Oliver, K. (1999). Open learning environments: Foundations, methods, and models. In C. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (pp. 115-140). Lawrence Erlbaum Associates.
- Haney, W., Russell, M., & Bebell, D. (2004). Drawing on education: Using drawings to

- document schooling and support change. *Harvard Educational Review*, 74(3), 241-272. <https://doi.org/10.17763/haer.74.3.w0817u84w7452011>.
- Hannus, M., & Hyönä, J. (1999). Utilization of illustrations during learning of science textbook passages among low-and high-ability children. *Contemporary educational psychology*, 24(2), 95-123. <https://doi.org/10.1006/ceps.1998.0987>.
- Harlen, W. (2000) *The Teaching of Science in Primary Schools* (3rd ed.). David Fulton.
- Hayakawa, S., Kawai, N., & Masataka, N. (2011). The influence of color on snake detection in visual search in. *Scientific Reports*, 1(80), 1. <https://doi.org/10.1038/srep00080>.
- Hebart, M. N., Zheng, C. Y., Pereira, F., & Baker, C. I. (2020). Revealing the multidimensional mental representations of natural objects underlying human similarity judgements. *Nature human behaviour*, 4(11), 1173-1185. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-00951-3>.
- Hegarty, M., Carpenter, P. A., & Just, M. A. (1991). Diagrams in the comprehension of scientific texts. In R. Barr, M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research*, Vol. 2, (pp. 641–668). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hill, J. R., & Hannafin, M. J. (2001). Teaching and learning in digital environments: The resurgence of resource-based learning. *Educational technology research and development*, 49(3), 37-52. <https://doi.org/10.1007/BF02504914>.
- Hughes, I., & Yuan, L. (2005). The status of action research in the People's Republic of China.
- Ilie, D. M. (2009). Tipurile de lecție și specificul lor structural. În M. D., Ilie (Ed.), *Teoria și Metodologia Instruirii* (pp. 58–62). Mirton Publishing House.
- Ingold, T. (2020). From the transmission of representations to the education of attention. In H. Whitehouse (Ed.), *The Debated Mind: Evolutionary Psychology Versus Ethnography* (113–153). Oxford.
- Jäggi, L., & Stutz, F. (2020). L'observation en sciences pour transformer les conceptions initiales des élèves : « En quoi et comment la mise en place d'un dispositif vivant et son observation favoriseraient le changement conceptuel des élèves ? ». *Interroger l'enseignement des sciences*. <https://doi.org/10.22005/bcu.297646>.
- Jewitt, C. & Oyama, R. (2001). Visual meaning: a semiotic approach. In T. van Leeuwen & C. Jewitt (Eds.), *Handbook of Visual Analysis* (pp. 134–156). Sage.
- Jewell, N. (2002). Examining children's models of seed. *Journal of Biological Education*, 36(3), 116-122. <https://doi.org/10.1080/00219266.2002.9655816>.

- Jian, Y. C. (2018a). Reading instructions influence cognitive processes of illustrated text reading not subject perception: an eye-tracking study. *Frontiers in Psychology*, 9, 2263. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.02263/full>.
- Jian, Y. C. (2018b). Teaching fourth-grade students of different reading abilities to read biological illustrations and integrate in-text information: an empirical experiment. *Research in Science Education*, 50(6), 2269-2282. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9778-8>.
- Jian, Y. C., & Ko, H. W. (2017). Influences of text difficulty and reading ability on learning illustrated science texts for children: An eye movement study. *Computers & Education*, 113, 263-279. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.06.002>.
- Jodelet, D. (1988). Représentation sociale: phénomènes, concept et théorie. Dans S. Moscovici (Dir.), *Psychologie sociale* (357-378). P.U.F.
- Johnston, J. S. (2009). What Does the Skill of Observation Look Like in Young Children? *International Journal of Science Education*, 31 (18), 2511–2525. <https://doi.org/10.1080/09500690802644637>.
- Johnston, J. (2011). *Early Explorations in Science*. Open University Press.
- Johnston, J. (2013). *Emergent Science: Teaching Science from Birth to 8*. Routledge.
- Jung, J., Chang, J., & Park, J. (2020). An analysis of different grade levels of elementary school students' reasoning about the changes of state of water within a learning progression. *Asia-Pacific Science Education*, 6(2), 548-563. [https://brill.com/view/journals/apse/6/2/article-p548\\_12.xml?ebody=pdf-67975](https://brill.com/view/journals/apse/6/2/article-p548_12.xml?ebody=pdf-67975).
- Kim, M. C., & Hannafin, M. J. (2011). Scaffolding problem solving in technology-enhanced learning environments (TELEs): Bridging research and theory with practice. *Computers & Education*, 56(2), 403-417. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.08.024>.
- Kimura, A., Wada, Y., Yang, J., Otsuka, Y., Dan, I., Masuda, T., ... & Yamaguchi, M. K. (2010). Infants' recognition of objects using canonical color. *Journal of experimental child psychology*, 105(3), 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.11.002>.
- Klemm, J., and B. J. Neuhaus. (2017). The Role of Involvement and Emotional Well-Being for Preschool Children's Scientific Observation Competency in Biology. *International Journal of Science Education* 39(7), 863-876. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1310408>.

- Koballa, T. R., Glynn, S. M., & Upson, L. (2005). Conceptions of teaching science held by novice teachers in an alternative certification program. *Journal of Science Teacher Education*, 16, 287-308. <https://doi.org/10.1007/s10972-005-0192-5>.
- Kos, M., & J. Jerman. 2015. Observing Natural Objects: Characteristics of Flowering Plants Perceived as Important by 5-and 10-Year-old Children. *Journal of Baltic Science Education* 14(1), 109–120. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1023060>.
- Lalău, E., (2014), Teachers', Pupils' and Parents' Opinions on Primary Textbooks: their selection, quality and use. *Acta Didactica Napocensia*, 7(3), 59-71. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1053278>.
- Lee, J. (2018). Mental representation and two kinds of eliminativism. *Philosophical Psychology*, 31(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/09515089.2017.1362550>.
- Leopold, C., & Leutner, D. (2012). Science text comprehension: Drawing, main idea selection, and summarizing as learning strategies. *Learning and Instruction*, 22(1), 16-26. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.05.005>.
- Leuchter, M., Saalbach, H., & Hardy, I. (2014). Designing Science Learning in the First Years of Schooling. An intervention study with sequenced learning material on the topic of 'floating and sinking'. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1751-1771. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.878482>.
- Long, B., Fan, J. E., & Frank, M. C. (2018, July). Drawings as a window into developmental changes in object representations. In *Proceedings of the 40th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. [https://cogtoolslab.github.io/pdf/long\\_cogsci\\_2018.pdf](https://cogtoolslab.github.io/pdf/long_cogsci_2018.pdf).
- Lowenfield, V. (1947). *Creative and mental growth*. Macmillan.
- Luquet, G.H. (1927). *Le dessin enfantin*. Alcan
- Lysek, G., & Gernot, L. (1981). Drawing techniques in biology: Outline of a postgraduate university course. *Journal of Biological Education*, 15(3), 209–212. <https://doi.org/10.1080/00219266.1981.9654380>.
- Magdaș, I., & Drîngu, M. C. (2016). Primary School Teachers' Opinion on Digital Textbooks. *Acta Didactica Napocensia*, 9(3), 47-54. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1121994>.
- Magdaș, I. C., Dulama, M. E., Ilovan, O. R., & Crisan, I. C. (2017). Primary School Teachers' Opinions about the Curricular Documents Used for Studying the Mathematics and Environmental Exploration Subject. *Romanian Review of Geographical Education*, 6(2),

- 5-18. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1207813>.
- Manasia, L., Pârvan, A., & Paraschiveanu, V. (2013). The Romanian educational system facing the digital school books. A case study approach. In *ICERI2013 Proceedings* (pp. 6381-6390). IATED. <https://library.iated.org/view/MANASIA2013ROM>.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., & Foy, P. (with Olson, J.F., Erberber, E., Preuschoff, C., & Galia, J.). (2008). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. <https://timssandpirls.bc.edu/TIMSS2007/sciencereport.html>.
- Martinez, M. E. (2013). Cognitive representations: Distinctions, implications, and elaborations. In I.E. Sigel, *Development of mental representation* (pp. 13-31). Psychology Press.
- Mayer, R. E. (1996). Learning strategies for making sense out of expository text: The SOI model forging three cognitive processes in knowledge construction. *Educational Psychology Review*, 8, 357-71. <https://doi.org/10.1007/BF01463939>.
- Mayer, R. E. (1999). Research-based principles for the design of instructional messages: The case of multimedia explanations. *Document Design*, 1, 7-20. <https://doi.org/10.1075/dd.1.1.02may>.
- Mayer, R. E. (2003). Elements of a science of e-learning. *Journal of educational computing research*, 29(3), 297-313. <https://doi.org/10.2190/YJLG-09F9-XKAX-753D>.
- Mayer, R.E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59, 14-19. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0003-066X.59.1.14>.
- Mayer, R. E. (2005a). Cognitive theory of multimedia learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 31–48). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2005b). Introduction to multimedia learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 1-17). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2014). Introduction to multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed., pp. 1–24). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.002>.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of educational psychology*, 90(2), 312. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.90.2.312>.
- Meneghetti, G., Bramuzzo, S., Callegaro, E., Guidolin, L., Irato, P., & Santovito, G. (2017). The



- kingdom of fungi in primary school: an educational research in biology field. In *EDULEARN17 Proceedings* (pp. 102-110). IATED.
- Merriam, S. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Merriam-Webster. (2023). Representation. Web. 25 iulie 2023.  
<https://www.merriam-webster.com/dictionary/representation>.
- Miclea, M. (1999). *Psihologie cognitivă: modele teoretico-experimentale* (ediția a 2-a). Iași: Polirom.
- Mih, V. (2018). *Psihologie educațională*. ASCR.
- Ministerul Educației (2019). Rezultatele elevilor din România la evaluarea internațională PISA 2018.  
<https://www.edu.ro/rezultatele-elevilor-din-rom%C3%A2nia-la-evaluarea-interna%C8%9Bional%C4%83-pisa-2018>.
- Ministerul Educației Naționale (2013). Programa școlară pentru disciplina MATEMATICĂ ȘI EXPLORAREA MEDIULUI, Clasa pregătitoare, clasa I și clasa a II-a, Aprobată prin OMEN nr. 3418/19.03.2013.  
[http://programe.ise.ro/Portals/1/2013\\_CP\\_I\\_II/25\\_Matematica\\_explorarea\\_mediului\\_CP\\_II\\_OMEN.pdf](http://programe.ise.ro/Portals/1/2013_CP_I_II/25_Matematica_explorarea_mediului_CP_II_OMEN.pdf).
- Ministerul Educației Naționale (2014). Programa școlară pentru disciplina Științe ale naturii: clasele a III-a – a IV-a. Anexa nr. 2 la ordinul ministrului educației naționale nr. 5003 / 02.12.2014.  
<https://www.edums.ro/invprimar/STIINTE%20ALE%20NATURII%20III%20IV%202014.pdf>
- Mitchell, C. (2011). *Doing Visual Research*. Sage Publications Ltd.
- Monteira, S. F., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1232-1258. <https://doi.org/10.1002/tea.21259>.
- Morris, C. (2003). *Teaching and learning through active observation*. Centre for Educational Development, Imperial College London.  
<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=b1f4a7d4f1436e21c357668a480789fc8db50ffb>.
- Moseley, C., Desjean-Perrotta, B., & Utley, J. (2010). The draw-an-environment test rubric

- (DAET-R): Exploring pre-service teachers' mental models of the environment. *Environmental Education Research*, 16(2), 189-208.  
<https://doi.org/10.1080/13504620903548674>.
- Mujika, M. G., & Aranzabal, J. G. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live!. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 294-310. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92038753005.pdf>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*.  
<https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Murtonen, M., Nokkala, C., & Sodervik, I. (2020). Challenges in understanding meiosis: Fostering metaconceptual awareness among university biology students. *Journal of Biological Education*, 54(1), 3–16. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1538016>.
- Narciss, S., Proske, A., & Koerndle, H. (2007). Promoting self-regulated learning in web-based learning environments. *Computers in human behavior*, 23(3), 1126-1144.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2006.10.006>.
- OECD (2005). *Teachers Matter. Attracting, Developing and Retaining Effective Teachers Education and Training Policy*. OECD Publishing.  
<https://www.oecd.org/education/school/34990905.pdf>.
- Onwuegbuzie, A. J., Witch, A. E., Collins, K. T., Filer, J. D., Wiedmaier, C. D., & Moore, C. W. (2007). Students' perceptions of characteristics of effective college teachers: A validity study of a teaching evaluation form using a mixed-methods analysis. *American Educational Research Journal*, 44(1), 113–160.  
<https://doi.org/10.3102/0002831206298169>.
- Pahome, D. (2021). Teachers' Opinions on the Concept of Representations and Predictors Favourable to the Creation of Representations in Pupils. *Romanian Review of Geographical Education*, 10(1), 20-35. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1293921.pdf>.
- Paik, S. H. (2015). Exploring the role of a discrepant event in changing the conceptions of evaporation and boiling in elementary school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(3), 670-679.  
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2015/rp/c5rp00068h>.
- Paivio, A. (1990). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford University Press.

- Palade, E., Fartușnic, C., Teșileanu, A. Horga, I., Preoteasa, L., Moșoiu, O. & Irimia, M. T. (2020). Repere pentru proiectarea și actualizarea Curriculumului național. Cadrul de referință al Curriculumului național. <https://www.educred.ro/resurse-cred/>.
- Paloș, R. (2012). *Teorii ale învățării și implicațiile lor educaționale*. Editura Universității de Vest.
- Piaget, J. (1954). *The Construction of Reality in the Child*. Basic.
- Popescu-Neveanu, P. (1978). **REPREZENTARE**. În P., Popescu-Neveanu, *Dicționar de psihologie* (p. 617). Albatros.
- Popescu-Neveanu, P. (2013). *Tratat de psihologie generală*. Trei.
- Prain, V., & Tytler, R. (2012). Learning through constructing representations in science: A framework of representational construction affordances. *International journal of science education, 34*(17), 2751-2773. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.626462>.
- Samuelowicz, K., & Bain, J. D. (2001). Revisiting academics' beliefs about teaching and learning. *Higher education, 41*, 299-325. <https://doi.org/10.1023/A:1004130031247>.
- Saye, J. W., & Brush, T. (2002). Scaffolding critical reasoning about history and social issues in multimedia-supported learning environments. *Educational Technology Research and Development, 50*(3), 77-96. <https://doi.org/10.1007/BF02505026>.
- Schnotz, W. (2014). The Integrated Model of Text and Graphics Comprehension. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2nd ed.) (pp.72-103). Cambridge University Press.
- Schuster, D., & Leland, C. (2008). Considering context. *Science and Children, 45*(6), 22-24. <https://www.proquest.com/docview/236910159?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>.
- Scott, P., H. Asoko, and J. Leach. 2007. Student Conceptions and Conceptual Learning in Science. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds), *Handbook of Research on Science*
- Seel, N. M. (2012). *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Springer.
- Senocak, E. (2009). Prospective primary school teachers' perceptions on boiling and freezing. *Australian Journal of Teacher Education, 34*(4), 27-38. <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/ielapa.788911186241134>.
- Sharma, P., & Hannafin, M. J. (2007). Scaffolding in technology-enhanced learning environments. *Interactive learning environments, 15*(1), 27-46.

<https://doi.org/10.1080/10494820600996972>.

- Singer, M. (2019). „Program de formare continuă a cadrelor didactice. Modulul II. Aplicarea noului Curriculum național pentru învățământul primar. Disciplinele Matematică și explorarea mediului și Matematică” (suport de curs livrat în cadrul proiectului: „Curriculum relevant, educație deschisă pentru toți”.
- Smit, J., Eerde, H. A. A., & Bakker, A. (2013). A conceptualisation of whole-class scaffolding. *British Educational Research Journal*, 39(5), 817–834. <https://doi.org/10.1002/berj.3007>.
- Smith, P. L., & Ragan, T. J. (2000). The impact of R.M. Gagné's work on instructional theory, in R. Richey (Ed.), *The Legacy of Robert M. Gagné* (pp. 147–181). ERIC Clearinghouse on Information and Technology.
- Sternberg, R. J. & Sternberg, K. (2012). *Cognitive Psychology* (6th ed.). Wadsworth Cengage Learning.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7).
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and instruction*, 4(4), 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5).
- Tamoutseli, N., & Polyzou, E. (2010). Using drawings to assess children's perceptions of schoolyard environment: A case study of a primary school in Drama, Greece. *Flora*, 22(1), 5-8. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/1864181.1864195>.
- Taylor, D. L., & Booth, S. (2015). Secondary physical science teachers' conceptions of science teaching in a context of change. *International Journal of Science Education*, 37(8), 1299-1320. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1035356>.
- Tin, P. S. (2017). REPRÉSENTATIONS MENTALES DES ÉLÈVES DE 5-6 et 8-9 ANS SUR LA FLOTTAISON ET L'IMMERSION/MENTAL REPRESENTATIONS OF PUPILS 5-6 and 8-9 YEARS ON FLOATING AND IMMERSION. *European Journal of Education Studies* 3(10), 184-194. <https://oapub.org/edu/index.php/ejes/article/view/1070>.
- Tin, P. S. (2019). UN CADRE MÉTHODOLOGIQUE POUR LA DÉMARCHE D'INVESTIGATION: L'EXEMPLE DU CHANGEMENT D'ÉTAT DE L'EAU À L'ÂGE DE 8 ANS/A METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR THE INQUIRY BASED METHOD: THE EXAMPLE OF CHANGING THE STATE OF WATER AT

- AGE OF EIGHT. *European Journal of Education Studies*, 6(4)  
<https://oapub.org/edu/index.php/ejes/article/view/2499>.
- Tin, P. S. (2022). REPRÉSENTATIONS MENTALES ET OBSTACLES DANS LA PENSÉE DES ENFANTS DE 6 ET 11 ANS SUR LA FUSION DE LA GLACE/MENTAL REPRESENTATIONS AND OBSTACLES IN THE THINKING OF 6-AND 11-YEAR OLDS ABOUT ICE MELTING. *European Journal of Education Studies*, 9(3).  
<https://oapub.org/edu/index.php/ejes/article/view/4209>.
- Tippett, C. D. (2016). What recent research on diagrams suggests about learning with rather than learning from visual representations in science. *International Journal of Science Education*, 38(5), 725-746. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1158435>.
- Tomkins, S. P., & Tunnicliffe, S. D. (2001). Looking for ideas: observation, interpretation and hypothesis-making by 12-year-old pupils undertaking science investigations. *International Journal of Science Education*, 23(8), 791-813. DOI: 10.1080/09500690119322.
- Tomkins, S., & Tunnicliffe, S. D. (2007). Nature tables: stimulating children's. *Journal of Biological Education*, 41(4), 150-155. <https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656090>.
- Trigwell, K., & Prosser, M. (2004). Development and use of the approaches to teaching inventory. *Educational Psychology Review*, 16, 409-424. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0007-9>.
- Tsai, C. C. (2007). Teachers' scientific epistemological views: The coherence with instruction and students' views. *Science Education*, 91(2), 222-243.  
<https://doi.org/10.1002/sce.20175>.
- Tytler, R., Ferguson, J., & White, P. (2020). A representation construction pedagogy of guided inquiry for learning data modelling. *Learning: Research and Practice*, 6(1), 5-18.  
<https://doi.org/10.1080/23735082.2020.1750672> .
- Tytler, R., & Hubber, P. (2016). Constructing representations to learn science. In *Using multimodal representations to support learning in the science classroom* (pp. 159-181). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16450-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16450-2_9).
- Ürek, H. (2020). Redesigning the bean seed germination experiment: an activity sheet suggestion. *Science Activities*, 57(2), 49-57.  
<https://doi.org/10.1080/00368121.2020.1780189>.

- van der Graaf, J., van de Sande, E., Gijssels, M., & Segers, E. (2019). A combined approach to strengthen children's scientific thinking: direct instruction on scientific reasoning and training of teacher's verbal support. *International Journal of Science Education, 41*(9), 1119-1138. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1594442>.
- Vanderlinde, R., & van Braak, J. (2010). The e-capacity of primary schools: Development of a conceptual model and scale construction from a school improvement perspective. *Computers & Education, 55*, 541-553. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.016>.
- Van Meter, P., & Garner, J. (2005). The promise and practice of learner-generated drawing: Literature review and synthesis. *Educational psychology review, 17*, 285-325. <https://doi.org/10.1007/s10648-005-8136-3>.
- Van Schaik, J. E., Slim, T., Franse, R. K., & Raijmakers, M. E. (2020). Hands-on exploration of cubes' floating and sinking benefits children's subsequent buoyancy predictions. *Frontiers in Psychology, 11*, 1665. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01665>.
- Vidal, M., & Membiela, P. (2014). On teaching the scientific complexity of germination: a study with prospective elementary teachers. *Journal of Biological Education, 48*(1), 34-39. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.823881>.
- Villanueva, X., Villarroel, J. D., & Antón, A. (2021). Young children's drawings of plant world: A cohort study analysing pictorial content. *Journal of Biological Education, 55*(3), 225-237. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1679656>.
- Villarroel, J. D. (2016). Young Children's drawings of plant life: A study concerning the use of colours and its relationship with age. *Journal of Biological Education, 50*(1), 41-53. <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.1002519>.
- Virtanen, V., & Lindblom-Ylänne, S. (2010). University students' and teachers' conceptions of teaching and learning in the biosciences. *Instructional Science, 38*, 355-370. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9088-z>.
- Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and language*. MIT Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. In C., Michael Cole , V., John – Steiner, S., Scribner, & E., Souberman (Eds). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes* (pp. 1-17). Harvard University Press.
- Wang, Y. L., Tsai, C. C., & Wei, S. H. (2015). The sources of science teaching self-efficacy

- among elementary school teachers: A mediational model approach. *International Journal of Science Education*, 37(14), 2264-2283.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1075077>.
- Wilson, R. E., & Bradbury, L. U. (2016). The pedagogical potential of drawing and writing in a primary science multimodal unit. *International Journal of Science Education*, 38(17), 2621-2641. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1255369>.
- Wittrock, M. C. (1992). Generative learning processes of the brain. *Educational Psychologist*, 27(4), 531-541. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2704\\_8](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2704_8).
- Wixted, J. T., & Thompson-Schill, S. L. (2018). *Stevens' Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience, Language and Thought* (Vol. 3). John Wiley & Sons.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89-100.
- Yelland, N., & Masters, J. (2007). Rethinking scaffolding in the information age. *Computers & Education*, 48(3), 362-382. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.01.010>.
- Zhang, F., & Liu, Y. (2014). A study of secondary school English teachers' beliefs in the context of curriculum reform in China. *Language teaching research*, 18(2), 187-204.  
<https://doi.org/10.1177/1362168813505940>.
- Zhao, L., He, W., Liu, X., Tai, K. H., & Hong, J. C. (2021). Exploring the Effects on Fifth Graders' Concept Achievement and Scientific Epistemological Beliefs: Applying the Prediction-Observation-Explanation Inquiry-Based Learning Model in Science Education. *Journal of Baltic Science Education*, 20(4), 664-676.  
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1315505>.
- Zlate, M. (1999). *Psihologia mecanismelor cognitive*. Polirom.