



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

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

**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT
EFECTUL CONSISTENȚEI ÎN PROBLEMELE MATEMATICE
– DIN PERSPECTIVA ELEVILOR DIN CLASELE PRIMARE
ȘI A ÎNVĂȚĂTORILOR**

Doctorand: BARTALIS (MAGYARI) ÁGNES

Coordonator științific: Prof. dr. ZSOLDOS-MARCHIS IULIANA

Cluj-Napoca

2025

Cuprins

Introducere	1
1. Cadrul teoretic	8
1.1 Caracteristicile problemelor cu text în învățământul primar	8
1.2 Reprezentarea mentală a problemelor cu text.....	12
1.2.1 Modelul situațional	14
1.2.2 Modele ale înțelegerii problemelor cu text	16
1.3 Factorii care influențează rezolvarea problemelor	20
1.3.1 Caracteristici psihologice	21
1.3.2 Efectul de consistență în problemele cu text.....	23
1.3.3 Strategii de predare a problemelor cu text	26
1.4 Metode posibile de investigare a procesului de rezolvare a problemelor.....	29
1.4.1 Eye-tracking-ul ca instrument în cercetarea pedagogică	30
1.4.2 De la mișcările oculare la lectura comprehensivă.....	31
1.4.3 Investigarea rezolvării problemelor cu text prin eye-tracking	35
2. Efectul consistenței în rezolvarea problemelor matematice cu text la școlarii mici – studiu pilot bazat pe tehnologia eye-tracking	38
2.1 Scopul cercetării și ipotezele	39
2.2 Metodologie.....	40
2.2.1 Participanții cercetării	40
2.2.2 Instrumentele utilizate în evaluare	40
2.2.3 Dispozitivul de cercetare.....	42
2.2.4 Procedura de cercetare	42
2.2.5 Prelucrarea datelor	43
2.3 Timpul de fixare și performanța la rezolvarea problemelor	44
2.4 Timpii de fixare orientați asupra propozițiilor problemelor	46
2.5 Timpul de fixare asupra datelor din probleme.....	48

2.6 Concluzii.....	52
3. Rolul instrucțiunilor didactice în performanța elevilor și în tiparele de lectură – în cazul problemelor cu text inconsistente, de comparare	55
3.1 Scopul cercetării	56
3.2 Metodologie.....	56
3.2.1 Participanți	56
3.2.2 Instrument de măsurare.....	57
3.2.3 Echipament de cercetare	59
3.2.4 Procedura de cercetare	60
3.2.5 Analiza datelor	60
3.3 Performanță, timp de citire și timp de rezolvare în funcție de diferitele tipuri de probleme	61
3.4 Procentajul timpului de fixație orientat asupra elementelor-cheie în funcție de diferitele tipuri de probleme.....	63
3.5 Procentajele timpului de fixație orientat asupra elementelor-cheie în cadrul fiecărui tip de problemă	67
3.6 Procentajele timpului de fixație orientat asupra propozițiilor problemei în funcție de diferitele tipuri de probleme	68
3.8 Concluzii.....	70
4. Efectul diferitelor metode de rezolvare asupra performanței elevilor de 10–11 ani în probleme de comparare cu text formulate în mod inconzistent	74
4.1 Obiectivele cercetării	74
4.2 Metodologie.....	75
4.2.1 Eșantion.....	75
4.2.2 Instrumentele cercetării și procedura	76
4.2.3 Intervenția	78
4.3 Performanța elevilor	79
4.4 Atenția asupra elementelor-cheie (AEF-indicator).....	82

4.5 Concluzii.....	86
5. Efectul de consistență în problemele cu text – din perspectiva învățătorilor.....	89
5.1 Scopul cercetării	89
5.2 Metodologie.....	90
5.2.1 Participanții la cercetare.....	90
5.2.2 Interviu.....	90
5.3 Dificultățile elevilor în rezolvarea problemelor cu text.....	92
5.4 Abordări didactice generale: pașii de rezolvare și activitățile orientate spre înțelegerea contextului problemei	95
5.5 Influența efectului de consistență	99
5.6 Concluzii.....	102
6. Concluzii generale și recomandări	105
Bibliografie.....	109
Anexe	121
Anexa 1: Problemele utilizate în pretest și posttest.....	121
Anexa 2: Ghid de interviu.....	123

1. Introducere

„Mai puțin înseamnă mai mult” – spune proverbul. În mod surprinzător, acest lucru este uneori valabil și în rezolvarea problemelor matematice. Deși, în sensul cotidian, proverbul face trimitere la frumusețea simplității, semnificația contrastului inclus în el poate fi regăsită și în unele probleme de matematică. Așadar, cum poate deveni „mai puțin” „mai mult” în problemele dematematică? Și de ce este importantă această întrebare? Scopul lucrării mele este de a oferi un răspuns la aceste întrebări, iar speranța mea este ca, la finalul tezei, ideea care s-a aflat în centrul cercetărilor mele din ultimii patru ani să devină clară și pentru cititor. Pentru a înțelege semnificația întrebării, este utilă o scurtă trecere în revistă a caracteristicilor problemelor și a rolului lor în educația școlară. În cele ce urmează, problemele (matematice) sunt înțelese în mod specific ca probleme cu text.

Rădăcinile problemelor cu text utilizate în școli se întind pe parcursul a mii de ani – urme ale acestora fiind identificate chiar și pe papirusurile Egiptului antic (Swetz, 2009). Importanța lor nu doar că nu a scăzut, ci, dimpotrivă, problemele cu text sunt adesea considerate etalonul problemelor matematice. Există mai multe argumente în acest sens: pe de o parte, prin exersarea lor, elevii dobândesc concepte noi, iar diverse competențe și abilități matematice se dezvoltă și se formează. Pe de altă parte, un rol poate chiar mai important este cel motivațional: problemele cu text evidențiază utilitatea matematicii, arătând cum este aceasta prezentă în viața de zi cu zi și de ce merită studiată. În plus, ele oferă oportunitatea de a exersa situații din realitatea cotidiană (Verschaffel et al., 2000).

Din perspectivă pedagogică, procesul de rezolvare a problemelor reprezintă o situație privilegiată, deoarece oferă posibilitatea de a evidenția nivelul de înțelegere a conceptelor și procedurilor matematice învățate, inclusiv a modelării matematice (Thevenot și Barrouillet, 2014). Probabil, nu este întâmplător faptul că programele școlare din învățământul primar și gimnazial din întreaga lume includ probleme matematice sau formarea competențelor asociate acestora, că numeroase teste de inteligență conțin itemi de acest tip, și nici că ele ocupă un loc important în evaluările internaționale. Problema este, în esență, un instrument excelent pentru a evalua capacitatea de modelare matematică, rezolvarea de probleme și, în general, alfabetizarea matematică – cu alte cuvinte, cultura matematică. Din acest motiv, începând cu anii '70, a apărut un val puternic de cercetări axate pe problemele cu text și pe mecanismele rezolvării lor, atât în psihologie, cât și în domeniul educației matematice (Blum și Leiß, 2007; A. J. H. Boonen et al., 2016; Daroczy et al., 2015; Fuchs et al., 2006; Kintsch și Greeno, 1985; Lewis și Mayer, 1987; Thevenot și Barrouillet, 2014; Verschaffel et al., 2000, 2020).

Imaginea reală a practicii rezolvării problemelor este, însă, departe de a fi atât de pozitivă. Tema este, de fapt, problematică din mai multe puncte de vedere. Problemele cu text se numără printre cele mai dificile și mai complexe probleme din domeniul matematicii elementare (Daroczy et al., 2015; Verschaffel et al., 2020). Practic, însuși textul problemelor se încadrează printre cele mai greu lizibile tipuri de texte (Schell, 1982). Dificultățile apărute în rezolvare derivă, așadar, din: (1) caracteristicile specifice ale problemei, (2) abilitățile cognitive, cunoștințele anterioare și atitudinile elevului, respectiv (3) factori pedagogici, precum competențele profesorului, metodele de predare și constrângerile curriculare (Cruz și Yangco, 2023).

Dintre problemele matematice cu text utilizate frecvent în educația elementară (change problem, combine problem, compare problem), problema de comparare este considerat cel mai dificil (Lewis și Mayer, 1987; Riley et al., 1983). Problema de comparare exprimă o relație statică, numerică între valorile a două variabile. Un exemplu folosit de Riley et al. (1983) ilustrează clar acest lucru: „Ana are 6 bile. Petru are cu 2 mai multe decât ea. Câte bile are Petru?” Dificultatea acestor probleme provine, pe de o parte, din faptul că elevii de vârstă școlară mică nu dispun de suficientă experiență în descrierea bidirecțională a relațiilor cantitative. Din acest motiv, le este greu să înțeleagă că aceeași diferență poate fi exprimată atât prin „mai mult”, cât și prin „mai puțin”. Pe de altă parte, expresia relațională poate fi consistentă sau inconsistentă cu operația aritmetică necesară pentru rezolvarea corectă. Acest fenomen este cunoscut sub numele de efectul consistenței (Hegarty et al., 1992). Numeroase cercetări au demonstrat că problemele de comparare formulate inconsistent sunt mai greu de rezolvat decât cele formulate consistent (Múñez et al., 2013; Orrantia și Múñez, 2013; Pape, 2003; Riley și Greeno, 1988). De exemplu, problema anterioară ar deveni inconsistentă astfel: „Ana are 6 bile. Acesta este cu 2 mai puțin decât numărul de bile ale lui Petru. Câte bile are Petru?”. Deși expresia „mai puțin” sugerează scăderea, rezolvarea corectă necesită, în realitate, adunare.

Dacă rezolvatorul se bazează doar pe numere și pe elementele-cheie ale textului, poate ajunge cu ușurință la un răspuns greșit. Această abordare frecvent utilizată este numită strategia cuvintelor-cheie (Karp et al., 2019) și este strâns legată de strategia denumită translare directă de Hegarty et al. (1995). Totuși, această metodă nu garantează întotdeauna rezolvarea corectă: ea este utilă în cazul problemelor formulate consistent, dar devine nesigură în cazul problemelor de comparare inconsistent formulate. Abordarea bazată pe schemă se concentrează, de asemenea, exclusiv pe cantitățile variabilelor și pe relația dintre ele (Kintsch și Greeno, 1985). Ulterior, aceste modele de rezolvare au fost criticate de numeroși autori (vezi: Blum și Leiß,

2007). În timp, ele au fost înlocuite de modele mai complexe, care includ modelul situației – o reprezentare mentală coerentă a evenimentelor, acțiunilor, personajelor și contextului descrise în text (Dijk și Kintsch, 1983). În procesul de rezolvare a problemelor, modelul situației se formează înaintea modelului matematic, asigurând astfel integrarea reprezentării realității în modelarea matematică (Coquin-Viennot și Moreau, 2003). Deși construirea unui model situațional adecvat nu este întotdeauna simplă, ea crește semnificativ șansele unei rezolvări corecte (Coquin-Viennot și Moreau, 2003; Riley și Greeno, 1988). Problema rămâne, însă, aceea că elevii recurg rar la această abordare – preferând, în schimb, metoda mai facilă, dar adesea nesigură, a strategiei cuvintelor-cheie.

O altă dificultate provine din atitudinea elevilor față de problemele matematice cu text, precum și din tendința lor de a se baza pe scheme cognitive deja fixate. Pentru mulți elevi, rezolvarea acestor probleme nu înseamnă mai mult decât efectuarea unor operații aritmetice pe baza numerelor din text, fără o analiză reală a situației-problemă. Ca urmare, aceste probleme nu își îndeplinesc funcția inițială, adică nu contribuie la dezvoltarea competențelor de modelare matematică (Reusser și Stebler, 1997; Verschaffel et al., 2020). În astfel de cazuri, rezolvarea problemelor se reduce la eliminarea contextului și la exersarea calculului – elevii „rezolvă” problemele, dar de fapt nu le înțeleg (Stern și Lehrndorfer, 1992). În plus, s-a observat că majoritatea elevilor oferă soluții chiar și pentru probleme imposibil de rezolvat, fără a manifesta reacții realiste, atunci când aceste probleme sunt prezentate în contextul obișnuit al clasei (Reusser și Stebler, 1997).

Aceste dificultăți se reflectă în mod constant în rezultatele PISA din România. Performanțele la matematică sunt semnificativ sub media țărilor OECD (OECD, 2023). Deși între 2006 și 2012 s-a înregistrat o ușoară creștere a scorurilor, perioada următoare – inclusiv rezultatele din 2022 – indică o tendință clar descendentă. Rezultatele testelor de matematică sunt adesea explicate prin performanțele la testele de înțelegere a textului, mai ales în cazul elevilor cu rezultate slabe (Ding și Homer, 2020). Acest lucru sugerează că elevii care obțin scoruri scăzute la testele de înțelegere a textului au șanse mari să obțină scoruri scăzute și la matematică. Prin urmare, înțelegerea textului este o condiție esențială pentru rezolvarea problemelor de matematică – însă elevii români în vârstă de 15 ani obțin, în general, scoruri scăzute la înțelegerea textului, similare celor la matematică.

Deși curriculumul național reflectă competențe generale și specifice legate de problemele matematice cu text, acestea sunt structurate în principal în jurul unor metode de rezolvare (metoda figurativă, metoda comparației și metoda mersului invers). S-a observat că manualele școlare preiau același tipar: de exemplu, prezentarea metodei mersului invers este

urmată aproape exclusiv de probleme care pot fi rezolvate doar prin această metodă, astfel încât elevii exersează un algoritm specific, nu construirea unei înțelegeri reale a situației-problemă. Această abordare îi orientează pe elevi mai degrabă spre aplicarea unor pași procedurali, decât spre dezvoltarea gândirii autentice.

Prezenta disertație pornește din aceste probleme fundamentale. Investigarea efectului consistenței în cadrul problemelor de comparare este esențială, deoarece dificultățile de rezolvare a problemelor cu text întâlnite la elevii de 10–11 ani sunt strâns legate de aspectele menționate anterior. Scopul cercetării noastre a fost, pe de o parte, să explorăm tiparele de rezolvare ale elevilor în cazul problemelor consistente și inconsistente, precum și să răspundem dificultăților generate de inconsistență prin utilizarea unor instrucțiuni didactice și a unor metode de rezolvare; pe de altă parte, să înțelegem modul în care cadrele didactice percep efectul consistenței în procesul de rezolvare a problemelor. Pentru a obține aceste perspective, am realizat o cercetare bazată pe tehnologia eye-tracking, cu scopul de a observa atenția vizuală a elevilor în timpul rezolvării problemelor, iar în paralel am desfășurat interviuri structurate cu învățătorii care predau la aceste niveluri de vârstă, pentru a explora raportarea lor profesională la efectul consistenței.

Deoarece cercetarea noastră este structurată în patru secțiuni, întrebările de cercetare sunt prezentate conform acestei organizări. În prima parte, am investigat modul în care se distribuie atenția elevilor asupra elementelor textuale esențiale pentru rezolvarea problemelor de comparare cu text formulate consistent și inconsistent, precum și relația dintre aceste tipare de atenție și performanța de rezolvare. A doua secțiune s-a concentrat pe rolul instrucțiunilor didactice furnizate înainte de rezolvarea problemelor. Analiza a vizat măsura în care instrucțiunile diferite influențează succesul rezolvării, dar și tiparele de atenție în timpul rezolvării problemelor. În continuarea acestei linii, în a treia parte am examinat efectul unor metode de rezolvare distincte asupra performanței elevilor și asupra tiparelor de atenție în timpul rezolvării problemelor de comparare cu text inconsistent formulate. În final, a patra secțiune a mutat focusul asupra profesorilor. Prin analiza interviurilor, am urmărit să înțelegem: cum explică profesorii dificultățile și succesele elevilor de 10–11 ani în rezolvarea problemelor cu text; ce caracterizează, în general, abordările lor didactice privind problemele cu text; și cum influențează formularea inconsistentă din problemele de comparare practicile lor de instruire, judecățile lor privind dificultatea problemelor și modul de formulare a instrucțiunilor.

Deși numeroase studii anterioare au analizat efectul consistenței în problemele de comparare (Hegarty et al., 1992, 1995; Lewis & Mayer, 1987; Múñez et al., 2013; Pape, 2003), literatura de specialitate a pus accent predominant pe consecințele inconsistenței, în timp ce

posibilitățile de intervenție directă au fost mai puțin explorate. Noutatea cercetării noastre se manifestă tocmai în această direcție: propune o metodă orientată spre reprezentarea contextului, care poate sprijini nu doar rezolvarea problemelor inconsistente, ci și procesarea unor enunțuri cu text lingvistic complex. Cercetarea noastră a pornit de la un cadru teoretic a cărui importanță în construcția modelului situației a fost validată empiric (Coquin-Viennot & Moreau, 2003; Stephany, 2021; Stern & Lehrndorfer, 1992), dar care nu a beneficiat anterior de o transpunere clar operaționalizată în practica didactică. Prin implementarea acestei metode, am creat condiții experimentale în care elevii sunt ghidați aproape inevitabil să construiască modelul situației adecvat, ceea ce susține interpretarea corectă a relațiilor dintre cantități înainte de selectarea operației aritmetice. Tentative anterioare de reducere a efectului consistenței (de Koning et al., 2017, 2022) au contribuit indirect la atenuarea dificultăților, în timp ce metoda noastră, focalizată pe context, acționează în mod direct asupra moderării efectului consistenței. Prin urmare, relevanța cercetării noastre constă în faptul că o metodă cu focus pe reprezentarea contextului poate contribui în mod direct la moderarea efectului consistenței în problemele de comparare cu text formulate inconsistent, diferențiindu-se astfel de abordările care sprijină doar exersarea procedurală sau aplicarea de algoritmi.

Punctul forte metodologic al acestei disertații constă în includerea tehnologiei eye-tracking, care reprezintă un instrument inovator și fiabil pentru investigarea procesului de rezolvare a problemelor cu text (Strohmaier et al., 2020). Deși în ultimii ani, pe lângă metodele tradiționale (testele creion-hârtie, metoda gândirii cu voce tare etc.), cercetările au început să utilizeze și tehnologia eye-tracking (Daroczy et al., 2015; De Corte et al., 1990; Dröse, 2019; Gros et al., 2020; Roth et al., 2025; Wu et al., 2021), numeroase aspecte legate de rezolvarea problemelor inconsistente din punctul de vedere al efectului consistenței au rămas neclarificate. Unul dintre obiectivele lucrării este acoperirea acestei lacune de cercetare, întrucât am analizat elemente textuale care nu au fost incluse în studiile anterioare bazate pe eye-tracking, deși acestea pot avea un rol esențial în construcția modelului situației și în succesul procesului de rezolvare. Un astfel de element a fost, în cazul de față, pronumele demonstrativ „aceasta” – sau echivalentul funcțional al acestuia, încadrat în categoria cuvânt de referință – a cărui ignorare poate conduce cu ușurință la o soluție eronată.

Totodată, în literatura de specialitate identificăm foarte puține studii care au investigat efectul consistenței în probleme cu text prin utilizarea tehnologiei eye-tracking în rândul elevilor de vârstă școlară mică (van der Schoot et al., 2009). Această limitare justifică necesitatea examinării problemelor destinate școlarilor mici chiar în cadrul acestei categorii de vârstă, deoarece tiparele lor de citire și distribuția atenției vizuale diferă semnificativ de cele

ale cititorilor mai în vârstă și experimentați (Csépe, 2006). Deși includerea adulților sau a studenților universitari ar fi fost o soluție mai accesibilă din perspectiva organizării cercetării – așa cum s-a procedat în majoritatea studiilor anterioare – nu există suficiente dovezi că rezultatele astfel obținute pot fi generalizate la populația infantilă, unde efectul consistenței interacționează puternic cu nivelul de înțelegere a contextului și cu calitatea modelului situației construit. Un alt argument esențial a fost lipsa studiilor realizate în limba maghiară care să examineze în mod direct relația dintre efectul consistenței și succesul rezolvării problemelor cu text. Prin urmare, scopul cercetării noastre a fost să verificăm și să rafinăm concluziile formulate anterior în literatura internațională privind rezolvarea problemelor de comparare, utilizând probleme formulate în limba maghiară și analizând atât performanța, cât și distribuția atenției vizuale în rândul școlarilor mici.

În final, pe baza analizei exhaustive a literaturii de specialitate, am constatat că, deși numeroase studii au investigat deja abordările pedagogice ale învățătorilor în raport cu rezolvarea problemelor matematice cu text (Bingolbali et al., 2011; Chapman, 2006; Pearce et al., 2013), nu există, după cunoștințele noastre, cercetări care să examineze în mod direct modul în care cadrele didactice se raportează la inconsistența lingvistică și la efectul consistenței manifestat în probleme de comparare. Pornind de la această lacună, cercetarea noastră și-a propus, pe lângă explorarea succeselor și dificultăților elevilor în procesul de rezolvare, precum și abordările didactice ale învățătorilor în general, să investigheze în mod specific cum și în ce măsură efectul consistenței influențează: abordările didactice ale învățătorilor, formularea instrucțiunilor, precum și judecățile lor privind dificultatea percepută a problemelor matematice cu text.

În lumina celor prezentate, considerăm că disertația se bazează pe o investigație complexă, cu caracter interdisciplinar, care contribuie în mod direct și original la extinderea domeniului de cercetare privind problemele matematice cu text, probleme de comparare și efectul consistenței, având un rol esențial în clarificarea mecanismelor de construcție a modelului situației și în identificarea unor soluții pedagogice cu aplicabilitate directă. Relevanța și validitatea acestei contribuții sunt susținute de rezultatele empirice prezentate în capitolele următoare. Cele patru studii empirice ale cercetării noastre sunt structurate și prezentate astfel:

1. Efectul consistenței în rezolvarea problemelor matematice cu text la elevi – studiu bazat pe tehnologia eye-tracking;
2. Rolul instrucțiunilor didactice în performanța elevilor și în distribuția atenției vizuale, în cazul problemelor inconsistente de comparare;
3. Impactul diferitelor metode de rezolvare asupra performanței și atenției vizuale a școlarilor mici, în cazul

problemelor inconsistente; 4. Efectul consistenței în probleme de comparare – din perspectiva învățătorilor.

2. Efectul consistenței în rezolvarea problemelor matematice cu text la școlarii mici – studiu pilot bazat pe tehnologia eye-tracking

În capitolul următor este prezentată prima noastră cercetare empirică cu caracter pilot, în cadrul căreia am investigat rezolvarea unor probleme de comparare formulate în mod inconsistent, la elevi cu vârsta de 10–11 ani. Studiile anterioare au demonstrat în mod consecvent că inconsistența lingvistică asociată problemelor matematice cu text reprezintă un factor de dificultate semnificativ, elevii obținând performanțe mai scăzute în cazul problemelor inconsistente comparativ cu cele consistente (Orrantia și Múñez, 2013; Pape, 2003; Riley și Greeno, 1988). Cu toate acestea, majoritatea cercetărilor privind efectul consistenței au fost realizate pe eșantioane de studenți (Hegarty et al., 1992, 1995; Lewis și Mayer, 1987; Orrantia și Múñez, 2013), iar studiile efectuate cu școlari mici s-au concentrat în principal pe compararea dificultății dintre diferite tipuri de problemelor matematice (A. Boonen și Jolles, 2015; De Corte et al., 1990; Riley et al., 1983). Acestea confirmă în mod unanim faptul că problemele de comparare se numără printre cele mai dificile probleme de rezolvare în rândul elevilor din ciclul primar. De asemenea, anumite cercetări s-au axat exclusiv pe analiza abilităților de rezolvare a problemelor de comparare la școlari mici (van der Schoot et al., 2009) sau la elevi de gimnaziu și liceu (A. J. H. Boonen et al., 2016; Orrantia și Múñez, 2013; Pape, 2003).

Două aspecte esențiale au justificat necesitatea aprofundării acestui domeniu. Pe de o parte, în literatura de specialitate am identificat un singur studiu care a analizat în mod direct tiparele de atenție la școlari mici în timpul rezolvării probleme de comparare (van der Schoot et al., 2009). Pe de altă parte, cercetările au confirmat faptul că limba în care este formulat textul problemei influențează procesul de conversie dintre reprezentarea situațională și modelul matematic (González-Calero et al., 2020).bÎn plus, până în prezent nu a fost realizată nicio cercetare care să examineze în mod specific relația dintre efectul consistenței, succesul rezolvării problemelor matematice cu text și distribuția atenției vizuale la școlarii mici, utilizând probleme formulate în limba maghiară. În consecință, am considerat oportun să reexaminăm concluziile clasice din literatura internațională privind rezolvarea problemelor matematice de comparare inconsistente, prin implicarea directă a școlarilor mici și prin utilizarea tehnologiei eye-tracking pentru analiza atenției vizuale. Această abordare a fost completată cu o analiză

extinsă a tiparelor de citire a textului, incluzând elemente lingvistice cu potențial critic pentru rezolvare.

2.1 Scopul cercetării și ipotezele

Scopul investigației bazate pe tehnologia eye-tracking a fost de a examina modul în care elevii de vârstă școlară mică interpretează textul problemei și ce strategii utilizează în rezolvarea problemelor de comparare inconsistente. Cercetarea a fost structurată în jurul a două obiective principale: (1) compararea timpilor de fixare pe elementele textuale relevante pentru rezolvarea problemelor, în cazul itemilor inconsistenți (IL) și consistenți (CL), și (2) compararea timpilor de fixare între rezolvatorii de probleme cu performanță ridicată și scăzută.

Prima ipoteză a presupus că timpul de fixare orientat spre numerele din text este mai mare în cazul itemilor IL decât în cazul itemilor CL. Rezolvarea problemelor cu text implică în mod necesar procesarea datelor numerice, iar – conform observațiilor lui Hegarty et al. (1995) – chiar și în situațiile în care înțelegerea relațiilor dintre variabile este incompletă, elevii tind să aplice o operație aritmetică asupra numerelor extrase din text. Totuși, în cazul problemelor inconsistente, extragerea numerelor nu este suficientă (Lewis și Mayer, 1987). Se presupune că această dificultate cognitivă influențează, de asemenea, atenția vizuală acordată numerelor, respectiv timpul de fixare asupra acestora. Deși cercetările anterioare au arătat că rezolvatorii cu performanță scăzută fixează mai mult numerele din textul problemei (Hegarty et al., 1995), a rămas neclar dacă această tendință este valabilă și în cazul rezolvatorilor de succes.

A doua ipoteză a pornit de la presupunerea că, dacă procesul de inversare a relației în itemii IL solicită mai intens capacitatea memoriei de lucru, atunci timpul de fixare asupra secvenței care conține propoziția comparativă este mai mare în cazul itemilor IL decât în cazul itemilor CL. Această parte a textului este cea mai densă informațional, cea mai concisă și cea care impune cel mai ridicat nivel de atenție vizuală, iar interpretarea sa este posibilă doar prin integrarea cu informațiile din propoziția anterioară.

Propoziția comparativă conține, pe lângă datele numerice, și alte informații esențiale. Literatura de specialitate subliniază că una dintre dificultățile înțelegerii itemilor inconsistenți este prezența unei referințe pronominale în propoziția comparativă (van der Schoot et al., 2009; Hegarty et al., 1995), în cazul de față pronumele demonstrativ „acesta/aceasta”. Pe baza acestei referințe, rezolvatorul trebuie să identifice referentul – elementul textual la care se face trimiterea – pentru a actualiza corect reprezentarea mentală din modelul situației. Se presupune că pentru rezolvatorii cu performanță scăzută, identificarea acestui punct de referință necesită

resurse cognitive suplimentare. Astfel, a treia ipoteză a presupus că rezolvatorii cu performanță scăzută fixează mai mult atenția vizuală asupra referinței demonstrative din propoziția comparativă decât rezolvatorii de succes.

2.2 Metodologie

2.2.1 Participanții cercetării

În studiu au participat 42 de elevi de clasa a IV-a din România, proveniți din două localități. Dintre participanții cu vârste cuprinse între 10 și 11 ani, 26 au fost fete și 16 băieți. Elevii au fost selectați din patru școli diferite, reprezentând atât mediul urban, cât și cel rural, toate având limba de predare maghiară. Participarea la cercetare a fost voluntară, însă includerea elevilor în eșantion a fost condiționată de acordul parental prealabil. Deși selecția a urmat un principiu de eșantionare de conveniență, elevii din clasele selectate au fost aleși aleatoriu. Cinci elevi au fost excluși din analiza datelor, din cauza unui fenomen de vertical drift în înregistrările eye-tracking sau a unor abilități de citire insuficient dezvoltate, factori care ar fi putut distorsiona interpretarea datelor.

2.2.2 Instrumentele utilizate în evaluare

În cadrul cercetării am utilizat probleme cu text, formulate în limba maghiară, de tip probleme de comparare, cu structură în doi pași. Același tip de problemă a fost aplicat și în studii anterioare (Hegarty et al., 1992, 1995; Lewis și Mayer, 1987; van der Schoot et al., 2009), ceea ce a permis menținerea unei scheme structurale comune, variind însă contextul familiar pentru elevi. Testul a inclus patru probleme: două cu formulare consistentă (CL) și două cu formulare inconzistentă (IL). Atât în cazul CL, cât și în cazul IL, una dintre probleme a conținut o propoziție comparativă marcată (marked – „mai puțin”), iar cealaltă o propoziție comparativă nemarcată (unmarked – „mai mult”). Ordinea itemilor a fost identică pentru toți participanții, iar nivelul de dificultate al problemelor a crescut progresiv, alternând structura CL și IL pe parcursul testului.

2.2.3 Dispozitivul de cercetare

Pentru monitorizarea și înregistrarea mișcărilor oculare ale elevilor am utilizat hardware-ul Tobii Pro Fusion și software-ul Tobii Pro Lab, bazat pe înregistrare de ecran. Dispozitivul a funcționat la o frecvență de eșantionare de 250 Hz. Eye-trackerul a fost conectat la un laptop fără ecran tactil, cu diagonala de 15.6 inch, și a fost poziționat sub ecran. Colectarea datelor a avut loc în cadrul școlilor, într-o sală separată, asigurând astfel un mediu familiar și confortabil

pentru participanți, condiție considerată esențială la această vârstă. În proiectarea cercetării am acordat prioritate menținerii unui context educațional autentic, în detrimentul avantajelor unui laborator clasic, pentru a reduce potențialele efecte de stres sau de artificialitate asupra atenției vizuale. Pe parcursul măsurării s-a asigurat iluminarea adecvată, iar factorii perturbatori au fost minimizați, pentru a susține fiabilitatea datelor eye-tracking.

2.2.4 Procedura de cercetare

Anterior testării, participanții au fost familiarizați cu pașii și structura procesului de evaluare. Li s-a solicitat să adopte o poziție comodă și relaxată pe scaun înainte de începerea problemelor, subliniindu-se importanța menținerii unei posturi cât mai stabile în timpul măsurării. Elevii au fost instruiți să evite acoperirea ochilor, iar mișcările corpului să fie reduse la minimum, fără a interfera însă cu starea lor naturală de confort. Distanța dintre elevi și ecran a fost de aproximativ 60 cm. Înainte de demararea testului, experimentatorul a realizat calibrarea individuală a eye-trackerului, utilizând 5 puncte de calibrare și 4 puncte de validare. Participanții au fost informați că sarcina lor constă în citirea problemelor de comparare afișate pe ecran, urmată de notarea calculelor și a răspunsului pe hârtie, în spațiul desemnat. Elevii au fost asigurați că pot lucra în ritmul propriu, întrucât evaluarea nu a impus limită de timp. Trecerea la problema următoare s-a realizat la semnalul elevului, fiind controlată de experimentator, fără a fi necesară interacțiunea directă a participanților cu laptopul.

2.2.5 Prelucrarea datelor

Pentru cele două tipuri de probleme (CL și IL) au fost definite arii de interes (AOI – Area of Interest) distincte. Următoarele AOI au fost analizate în cazul ambelor tipuri de probleme: numere, expresii relaționale și propoziții ale textului problemei, structurate astfel: propoziție declarativă (propoziția 1), propoziție comparativă (propoziția 2) și întrebare (propoziția 3). În cazul problemelor CL, a fost stabilit un AOI suplimentar: denumirea variabilei din cadrul propoziției comparative. Pentru problemele IL, un AOI alternativ a fost inclus în analiză: pronumele demonstrativ „ez” (acesta/aceasta) din cadrul propoziției comparative, considerat un element critic pentru interpretarea relației.

Pentru fiecare AOI definit s-au înregistrat timpul total de fixare (fixation duration), numărul de fixări, precum și timpul de rezolvare a fiecărei probleme. Analiza datelor a fost realizată prin statistici descriptive (media, deviația standard) și teste non-parametrice, adecvate distribuțiilor observate: testul Friedman, testul post-hoc Conover, testul Wilcoxon și testul Mann-Whitney. Compararea performanței și a indicatorilor de atenție vizuală între elevii cu

rezolvare reușită și nereușită a fost efectuată utilizând testele Wilcoxon și Mann-Whitney, în funcție de designul comparației.

2.3 Timpul de fixare și performanța la rezolvarea problemelor

În analiza fișelor de răspuns, au fost considerate corecte acele rezolvări în care elevul a notat pe foaie operația aritmetică adecvată, chiar dacă rezultatul final nu a fost exact din cauza unor erori minore de calcul. Această decizie metodologică a fost motivată de obiectivul cercetării: evaluarea interpretării corecte a problemei, și nu a abilităților de calcul.

Rata de rezolvare corectă a variat între probleme. Totuși, se poate observa o diferență sistematică: la problemele consistente (CL), în medie doar opt elevi nu au reușit să noteze operația corectă, în timp ce la problemele inconsistente (IL), doar jumătate dintre participanți au formulat operația corectă. Itemul 3 a fost cea mai ușoară, urmată de itemul 1 – ambele fiind de tip CL. Absența unei probleme de încălzire înainte de itemul 1 ar fi putut influența negativ performanța acestuia, în ciuda ratei relativ bune de succes. În ceea ce privește rezolvarea, problemele 2 și 4 s-au dovedit a fi cele mai dificile – ambele de tip IL.

Pentru a descrie performanța, elevii au fost împărțiți în două grupuri: rezolvare reușită și nereușită. Rezolvatorii reușiți au formulat corect operația la cel puțin trei probleme, în timp ce rezolvatorii nereușiți au formulat corect operația la maximum două probleme (inclusiv cei care nu au rezolvat corect nicio problemă). Similar studiilor anterioare, această grupare permite compararea tiparelor de procesare a problemelor cu text, cu accent pe indicatorii atenției vizuale, inclusiv analiza diferențelor de strategie între grupuri.

Între performanță și timpul de rezolvare nu a fost identificată o relație liniară clară. Elevii au petrecut cel mai puțin timp la problema 3, pe care au perceput-o ca fiind cea mai simplă. În mod surprinzător, la problema 1 au petrecut cel mai mult timp, în medie, în ciuda unei rate bune de succes. Testul Friedman a indicat diferențe semnificative între timpii de rezolvare ai celor patru sarcini ($\chi^2(3) = 15.800$, $p = .001$). Conform testului post-hoc Conover, diferențe semnificative au fost identificate între sarcinile 1 și 3 ($p = .001$), 2 și 3 ($p = .001$), respectiv 3 și 4 ($p = .010$). Timpii de rezolvare pentru cele două sarcini IL (2 și 4) au fost similari între ei. De asemenea, a fost identificată o corelație negativă semnificativă între timpul mediu de rezolvare și performanță: rezolvatorii nereușiți au petrecut mai mult timp la probleme ($r = -0.439$, $p = .004$).

2.4 Timpii de fixare orientați asupra propozițiilor problemelor

În continuare, sunt prezentate rezultatele comparative ale timpilor de fixare orientați asupra propozițiilor din cadrul problemelor. Având în vedere că cele trei propoziții ale problemelor au avut lungimi diferite, timpii de fixare nu au putut fi comparați în forma lor brută, deoarece o propoziție mai lungă implică în mod evident un timp de lectură mai mare. Pentru a asigura comparabilitatea, timpul de fixare aferent fiecărei propoziții a fost împărțit la numărul de caractere al propoziției, obținând astfel timpul mediu de fixare per caracter pentru fiecare propoziție a problemelor.

Pentru verificarea celei de-a doua ipoteze, au fost comparați timpii de fixare per propoziție între problemele consistente (CL) și problemele inconsistente (IL). Testul Wilcoxon pentru ranguri cu semn a evidențiat o diferență semnificativă în cazul propoziției 2 (propoziția comparativă) între CL și IL ($p = .001$), în timp ce pentru propozițiile 1 și 3 nu s-au observat diferențe semnificative în durata timpilor de fixare.

2.5 Timpul de fixare asupra datelor din probleme

În cele ce urmează sunt prezentate rezultatele analizelor privind timpii de fixare orientați asupra datelor esențiale din problemele cu text. Acestea sunt informațiile pe care elevii trebuie să le utilizeze pentru rezolvarea corectă a problemelor: cele trei numere, expresiile relaționale („mai mult”, „mai puțin”), cuvintele de trimitere – în special „acesta” ca pronume demonstrativ în propoziția comparativă –, precum și denumirile variabilelor. Primul număr indică valoarea primei variabile, al doilea număr indică diferența statică dintre cele două variabile, iar al treilea număr apare în întrebare, reprezentând cantitatea cu care valoarea celei de-a doua variabile trebuie înmulțită.

Conform testului Wilcoxon pentru ranguri cu semn, timpul de fixare asupra numerelor din problemele inconsistente (IL) a fost semnificativ mai lung ($W = 227.000$, $p = .004$), comparativ cu timpul de fixare asupra numerelor din problemele consistente (CL). Valoarea medie a timpului total de fixare pe numere a fost de 17 783.93 ms în cazul IL, respectiv 12 964.98 ms în cazul CL. Fixările orientate asupra numerelor au reprezentat 14.83% din timpul total de fixare în cazul CL și 19.41% în cazul IL.

După compararea timpilor de fixare orientați asupra numerelor și expresiilor relaționale, am analizat și timpul de fixare asupra pronumelui demonstrativ „acesta” din cadrul problemelor inconsistente. Rezultatele testului Mann–Whitney au indicat că elevii din grupul problemelor inconsistente au fixat pronumele demonstrativ „acesta” un timp semnificativ mai lung ($W =$

286.000, $p = .045$) în cazul rezolvitorilor nereușiți ($M = 2\,217.38$ ms), comparativ cu rezolvitorii reușiți ($M = 1\,756.70$ ms).

2.6 Concluzii

În concordanță cu studiile anterioare, care au investigat efectul consistenței în contextul problemelor de comparare (Múñez et al., 2013; Orrantia și Múñez, 2013; Pape, 2003; Riley și Greeno, 1988), cercetarea noastră pilot confirmă, de asemenea, că rezolvarea problemelor inconsistente (IL) reprezintă o provocare cognitivă considerabil mai mare pentru elevii de 10–11 ani, comparativ cu problemele consistente (CL). În cazul problemelor cu text de tip CL, 80,95% dintre elevi au formulat corect operația aritmetică necesară pentru rezolvare, în timp ce, în cazul problemelor inconsistente (probleme de comparare cu text de tip IL), această rată a fost de numai 50%. Aceste diferențe între rezolvitorii reușiți și nereușiți s-au manifestat pe mai multe niveluri ale procesării cognitive. Similar cu observațiile raportate de Hegarty et al. (1995), am constatat că rezolvitorii nereușiți au avut timpi de rezolvare mai lungi, iar între performanță și timpul de rezolvare s-a identificat o corelație negativă. În plus, elevii cu performanță mai slabă au comis semnificativ mai multe erori în cazul problemelor IL, comparativ cu problemele CL.

Deși literatura de specialitate a arătat anterior că, în cazul problemelor inconsistente, apar fixări de durată mai lungă (De Corte et al., 1990; Hegarty et al., 1995), nu a fost clar dacă această tendință se extinde și la elementele numerice din text. Rezultatele noastre au confirmat prima ipoteză: timpul de fixare orientat spre numere a fost semnificativ mai lung în cazul problemelor IL, comparativ cu cele CL.

A doua ipoteză a presupus că propozițiile comparative din problemele inconsistente generează timpi de fixare mai lungi, comparativ cu propozițiile corespunzătoare din problemele consistente. Acest rezultat poate fi explicat prin necesitatea transformării mentale a relației lingvistice în operație aritmetică corectă – proces cunoscut în literatura de specialitate ca inversarea expresiei relaționale (Lewis și Mayer, 1987) –, dar și prin integrarea referinței pronominale („acesta”) în modelul situației (Hegarty et al., 1992, 1995). În absența unei reprezentări situaționale coerente, strategia de extragere a cuvintelor-cheie sau a numerelor („keyword strategy”) nu este suficientă pentru succes. Concluziile noastre subliniază două aspecte esențiale: (1) în cadrul problemelor inconsistente, procesarea corectă a propoziției comparative – inclusiv identificarea referentului pronomelui demonstrativ – este critică pentru construirea unui model al situației adecvat, iar omiterea acestui pas conduce frecvent la planuri de rezolvare eronate; (2) inversarea relației lingvistice reprezintă o problemă cognitivă dificilă

pentru elevii de 10–11 ani, solicitând intens capacitatea de memorie de lucru și atenția vizuală, așa cum este reflectat direct în timpii de fixare înregistrați.

A treia ipoteză s-a referit la pronumele demonstrativ „acesta” din propoziția comparativă a problemelor inconsistente. Rezultatele noastre indică o diferență semnificativă între rezolvatorii reușiți și cei nereușiți în această privință: elevii nereușiți au fixat pentru o durată mai lungă pronumele „acesta”. Acest rezultat confirmă a treia ipoteză, conform căreia rezolvatorii nereușiți întâmpină dificultăți în identificarea adecvată a referentului pronumelui demonstrativ – adică a elementului din text la care face trimitere acesta –, iar această dificultate persistă chiar și atunci când atenția vizuală acordată pronumelui este mai mare. Astfel, fixările mai lungi nu reflectă o procesare eficientă, ci mai degrabă o blocare a procesului de interpretare, ceea ce sugerează o înțelegere deficitară a textului.

Rezultatele cercetării trebuie interpretate ținând cont de mai multe limitări metodologice. Studiile de eye-tracking realizate cu elevi din ciclul primar ridică provocări specifice: a fost necesară adaptarea designului la particularitățile de vârstă, motiv pentru care nu am utilizat probleme de completare, pentru a evita suprasolicitarea capacității atenționale și distorsionarea datelor. Aceasta poate explica de ce majoritatea cercetărilor similare au fost efectuate până în prezent pe eșantioane de elevi din ciclul secundar sau studenți universitari. În plus, nu am introdus un item de încălzire înaintea primei probleme, iar ordinea itemilor nu a fost randomizată, ceea ce ar fi putut influența atât performanța, cât și tiparele de fixare, în special în cazul primei probleme.

În pofida acestor limitări, studiul nostru a demonstrat că elevii de 10–11 ani sunt predispuși la interpretarea eronată a problemelor cu text formulate în limbaj inconsistent și a permis identificarea unor diferențe clare între rezolvatorii reușiți și cei nereușiți, atât la nivelul comportamentului vizual, cât și al interpretării relațiilor comparative. Rezultatele evidențiază, de asemenea, faptul că diferențele individuale joacă un rol important în strategiile de rezolvare și în modul în care elevii construiesc reprezentarea situației descrise în text. Considerăm că cercetarea noastră oferă noi dovezi empirice cu privire la faptul că interpretarea problemelor cu text de comparare reprezintă o provocare cognitivă majoră la această vârstă, iar concluziile noastre pot contribui la o înțelegere mai profundă a dimensiunilor psihologice și pedagogice ale efectului de consistență.

Pe baza rezultatelor obținute, se poate afirma că dezvoltarea metodelor didactice pentru predarea problemelor inconsistente, de comparare cu text, este deosebit de importantă în practica educațională. Abordările care sprijină procesarea conștientă a contextului situațional și încurajează reprezentarea explicită a relațiilor dintre variabile pot fi în mod special eficiente. În

plus, dezvoltarea competențelor de înțelegere a textului este esențială pentru succesul în rezolvarea problemelor de comparare cu text formulate în limbaj inconsistent. Așa cum arată datele noastre, dificultatea centrală nu apare în etapa de calcul, ci în faza de interpretare relațională, ceea ce justifică sprijinirea accentuată a proceselor de comprehensiune și de construire a modelului situației, mai degrabă decât exersarea operațiilor aritmetice în sine.

3. Rolul instrucțiunilor didactice în performanța elevilor și în tiparele de lectură – în cazul problemelor cu text inconsistente, de comparare

În acord cu cercetările anterioare, precum și cu rezultatele prezentate în capitolul precedent, s-a confirmat că rata de succes în rezolvarea problemelor cu text inconsistente, de comparare este considerabil mai scăzută decât în cazul problemelor consistente (Orrantia și Múñez, 2013; Pape, 2003; Riley și Greeno, 1988). Din acest motiv, în prezentul capitol ne concentrăm exclusiv asupra procesării problemelor problematice – adică asupra rezolvării problemelor inconsistente (IL) – punând accent atât pe performanța elevilor, cât și pe tiparele lor de lectură.

Literatura de specialitate subliniază că rezolvarea problemelor cu text poate fi susținută în mod semnificativ prin construirea unui model situațional adecvat, respectiv prin formarea unei reprezentări mentale bazate pe relațiile de ordin de mărime dintre variabilele din text (Coquin-Viennot și Moreau, 2003; Orrantia și Múñez, 2013). Studiul de față adoptă cadrul teoretic al acestor două modele majore de reprezentare, întrucât – așa cum va reieși din analiza prezentată în acest capitol – acestea pot avea un rol decisiv în rezolvarea cu succes a problemelor cu text inconsistente, de comparare. Scopul cercetării noastre este, prin urmare, să sprijinim procesul de rezolvare a problemelor în rândul elevilor de 10–11 ani, prin utilizarea unor instrucțiuni didactice fundamentate teoretic, care dispun de un suport științific solid și care pot contribui în mod real la succesul soluțiilor generate de elevi. Unul dintre obiectivele principale ale investigației constă în evaluarea eficienței diferitelor tipuri de instrucțiuni aplicate în cadrul procesului didactic. Totodată, ne propunem să înțelegem procesarea problemelor dintr-o perspectivă „internă”, cognitivă – motiv pentru care recurgem la tehnologia eye-tracking, ca instrument de investigare a atenției vizuale în timpul lecturii și modelării situației problematice.

Deși mai multe cercetări anterioare au utilizat metodologia de eye-tracking în studiul rezolvării problemelor cu text (De Corte et al., 1990; Hegarty et al., 1992; van der Schoot et al., 2009), până în prezent nu cunoaștem studii care să fi analizat în mod specific efectul instrucțiunilor asupra rezolvării problemelor cu text inconsistente, de comparare.

3.1 Scopul cercetării

Scopul investigației noastre a fost de a analiza în ce măsură diferitele tipuri de instrucțiuni influențează succesul rezolvării problemelor, precum și tiparele de mișcare oculară (atenția vizuală) asociate cu lectura textului problemei.

Studiul a urmărit să ofere răspunsuri la următoarele întrebări de cercetare:

1. Ce efect are tipul de instrucțiune asupra succesului în rezolvarea problemelor?
2. Ce efect are tipul de instrucțiune asupra duratei fixărilor măsurate pe elementele-cheie ale textului problemei?
3. Ce efect are tipul de instrucțiune asupra duratei fixărilor orientate către diferitele propoziții ale textului problemei?

3.2 Metodologie

3.2.1 Participanți

La cercetare au participat 56 de elevi din clasa a IV-a (vârsta: 10–11 ani), vorbitori nativi de limbă maghiară, dintre care 20 de fete și 36 de băieți. Toți elevii învață într-o școală primară urbană centrală cu predare în limba maghiară, situată în Cluj-Napoca, România. Includerea participanților în studiu s-a realizat prin eșantionare de conveniență, justificată în principal de limitările tehnice specifice investigațiilor bazate pe tehnologia eye-tracking (evaluarea simultană a unei singure persoane, lipsa unui laborator dedicat, cerințe ridicate de timp, resurse umane și logistice etc.). Elevii provin din trei clase diferite, din care au fost selectați aleatoriu, astfel reprezentând populația elevilor de clasa a IV-a din școlile urbane centrale cu predare în limba maghiară din România. Deși selecția s-a bazat pe accesibilitate, procedura de randomizare în interiorul claselor contribuie la asigurarea unei reprezentativități acceptabile în raport cu obiectivele exploratorii ale cercetării, permițând totodată investigarea comparativă a proceselor cognitive implicate în rezolvarea problemelor cu text, în funcție de instrucțiunile primite.

3.2.2 Instrument de măsurare

Instrumentul de măsurare al cercetării a fost o foaie de test care conține 7 itemi. Testul a fost elaborat în limba maghiară și include probleme cu text de tip comparativ, formulate în limbaj inconsistent, cu rezolvare în doi pași, din categoria problemelor de comparare. Testul a constatat dintr-o problemă introductivă (exercițiu de încălzire) și 6 probleme propriu-zise. Elevii au primit problemele pe calculator (la care a fost conectat și dispozitivul de eye-tracking), iar

rezolvările au fost notate pe hârtie. În procesul de elaborare a itemilor am urmat schema utilizată în cercetări anterioare (Hegarty et al., 1992, 1995; Lewis și Mayer, 1987; van der Schoot et al., 2009), însă itemii au fost integrați în contexte familiare pentru elevi. Un exemplu reprezentativ pentru acest tip de item: Un caiet costă 20 de lei. Aceasta este de cinci ori mai puțin decât prețul unei cărți. Cât costă împreună cartea și caietul?

După problema de încălzire, itemii au fost grupați în funcție de instrucțiunile oferite. Pentru fiecare tip de instrucțiune au fost alocate câte două probleme, iar ordinea lor a fost stabilită aleatoriu. Între probleme a fost inserată câte o pagină albă, cu scopul de a separa etapa de rezolvare a problemelor (iar ulterior, în analiza datelor, timpul de rezolvare) de etapa de prezentare a instrucțiunilor și de eventualele întrebări ale elevilor.

În primul set de probleme (itemii 1 și 2), instrucțiunea adresată elevilor a fost să rezolve problemele conform propriilor preferințe, fără indicarea unei metode specifice de rezolvare. Astfel, ei au putut decide liber asupra elementelor textuale considerate relevante. Problemele rezolvate în aceste condiții vor fi denumite în continuare probleme simple.

În al doilea caz (itemii 3 și 4), instrucțiunea adresată elevilor a încurajat acordarea unei atenții sporite procesului de interpretare a contextului problemelor cu text (întrebarea vizând operația aritmetică pe care ar utiliza-o dacă în locul simbolurilor ar apărea valori numerice). Pentru a susține formarea unui model mental al situației, problemele au fost prezentate fără date numerice, numerele fiind înlocuite cu diferite simboluri. În această etapă, elevii nu au putut rezolva efectiv itemii, dar au avut posibilitatea de a analiza relațiile dintre variabile și de a interpreta contextul. Aceste itemi vor fi denumiți în continuare probleme cu simboluri. Ulterior, aceleași probleme au fost prezentate din nou, însă de această dată simbolurile au fost înlocuite cu valori numerice concrete, ceea ce a permis rezolvarea lor efectivă. Acestea vor fi denumite în continuare probleme după simboluri. În analiză, cele două variante ale itemilor 3 și 4 (cu simboluri și după simboluri) au fost tratate separat, ele reprezentând, în fapt, două versiuni ale aceleiași propoziții comparative și structuri de problemă din categoria probleme de comparare.

În al treilea caz (itemii 5 și 6), elevii au primit ca sarcină nu doar rezolvarea itemilor, ci și realizarea reprezentării grafice a situației, pe baza valorilor cunoscute ale variabilelor și a relațiilor dintre acestea. Aceste itemi vor fi denumiți în continuare probleme reprezentate grafic.

Așadar, deși cercetarea s-a bazat pe trei tipuri distincte de instrucțiuni, itemii pot fi clasificați în patru categorii metodologice: probleme simple, probleme cu simboluri, probleme după simboluri și probleme reprezentate grafic.

3.2.3 Echipament de cercetare

Echipamentul utilizat în cadrul cercetării este identic cu cel descris în Capitolul 2.

3.2.4 Procedura de cercetare

Procedura de cercetare aplicată este identică cu cea prezentată în Capitolul 2.

3.2.5 Analiza datelor

Pentru analiza tiparelor de lectură (atenției vizuale) monitorizate în procesul de rezolvare a problemelor cu text, au fost definite mai multe arii de interes (Area of Interest – AOI). Aceste AOI au vizat elementele-cheie ale textului, a căror procesare a fost esențială pentru obținerea unei soluții corecte. Printre datele incluse în AOI s-au numărat: cele două valori numerice, expresiile relaționale mai mult sau mai puțin, precum și pronumele demonstrativ „aceasta” (corespondentul pentru „ez” în propoziția comparativă). În plus, fiecare propoziție din textul problemei a fost analizată separat: propoziția declarativă, propoziția comparativă (relațională), respectiv propoziția care formulează întrebarea problemei. Pentru toate AOI-urile desemnate, au fost înregistrate durata fixărilor (fixation duration), numărul de fixări, precum și timpul total de rezolvare aferent fiecărui item. Pentru a facilita comparabilitatea inter-itemi și inter-AOI, valorile brute au fost transformate în indici proporționali, fiind exprimate și sub formă de procente. Prelucrarea statistică a datelor a inclus calcularea statisticilor descriptive (medie, abatere standard), precum și aplicarea unei analize de variație cu măsurători repetate (Repeated Measures ANOVA) pentru testarea diferențelor dintre condiții. Performanța a fost evaluată prin însumarea itemilor rezolvați corect în cadrul fiecăreia dintre cele patru tipuri de probleme: probleme simple, probleme cu simboluri, probleme după simboluri, respectiv probleme cu reprezentare grafică. În fiecare tip, soluțiile corecte au fost cotate cu 1 punct, fără acordarea de punctaj parțial. Astfel, scorul maxim care putea fi obținut într-un tip de probleme a fost 2 puncte.

3.3 Rezultate și concluzii

În cele ce urmează, nu vom prezenta în detaliu rezultatele măsurărilor, acestea fiind discutate comparativ cu rezultatele post-test din capitolul următor. În acest capitol ne limităm la evidențierea celor mai importante constatări și a implicațiilor lor, cu privire la modul în care tipurile de instrucțiuni didactice influențează performanța elevilor în rezolvarea problemelor de comparare cu text, respectiv modul în care aceste instrucțiuni modelează tiparele de lectură, în special asupra elementelor-cheie și asupra diferitelor propoziții din textul problemei.

Analizând succesul în rezolvarea itemilor, am observat că cele mai ridicate scoruri au fost obținute în cazul problemelor cu simboluri, în care valorile numerice au fost înlocuite inițial cu simboluri. Această performanță superioară poate fi explicată prin faptul că, în absența numerelor în prima variantă a itemilor, elevii au fost nevoiți să proceseze mai atent textul problemei, ceea ce a condus la o lectură mai aprofundată și la o alocare mai mare a atenției vizuale asupra tuturor elementelor textuale. Ca efect al acestei procesări intensive, durata fixărilor a crescut pentru întregul text, facilitând înțelegerea mai precisă a contextului situațional și susținând formarea modelului situației. Formarea adecvată a modelului situației reprezintă o condiție esențială pentru rezolvarea corectă a problemelor de comparare cu text, așa cum este confirmat de literatura de specialitate (Hegarty et al., 1995; Kintsch, 1998).

Procesarea mai profundă a contextului a contribuit la activarea mecanismelor de modelare mentală necesare, elevii fiind astfel sprijiniți în construcția modelului situației, ceea ce a îmbunătățit succesul în rezolvare. Această concluzie este în acord cu modelele teoretice care subliniază rolul decisiv al reprezentărilor situaționale în rezolvarea problemelor cu text, în care dificultatea majoră apare în faza de interpretare, și nu în cea de calcul. Prin urmare, rezultatele preliminare susțin ipoteza că instrucțiunile care induc procesarea obligatorie a contextului – precum problemele cu simboluri – pot modera efectul inconsistenței și pot facilita formarea modelului situației, ceea ce contribuie direct la îmbunătățirea performanței în rezolvarea problemelor de comparare cu text.

Analizând timpul total de rezolvare, am concluzionat că acesta a fost cel mai îndelungat în cazul problemelor reprezentate grafic, rezultat așteptat, având în vedere că elevii au rezolvat itemii și, concomitent, au elaborat și o reprezentare vizuală a situației problemei. Al doilea timp ca durată a fost înregistrat în cazul problemelor cu simboluri, itemi care au inclus inițial simboluri în locul numerelor. Acest tip de problemă a fost neobișnuit pentru elevi, necesitând un timp suplimentar pentru interpretarea textului și pentru selectarea operației adecvate. În mod surprinzător, însă, elevii au avut nevoie de un timp semnificativ mai lung și pentru rezolvarea problemelor după simboluri, comparativ cu problemele simple, în pofida faptului că întâlniseră anterior același text al itemului. Presupunerea inițială a fost că, având deja construit un model al situației și cunoscând contextul, procesarea valorilor numerice ar fi fost suficientă pentru rezolvare. Rezultatele sugerează, totuși, că noutatea formatului problemei a generat o solicitare cognitivă suplimentară, iar acest timp ar putea scădea odată cu exersarea repetată.

Proporția procentuală a duratei fixărilor asupra elementelor-cheie a evidențiat tipare diferite în funcție de tipul problemei: în cazul problemelor după simboluri, cea mai mare proporție a fost alocată fixării primei valori numerice; în cazul problemelor cu simboluri, a fost

fixată predominant a doua valoare numerică sau simbolul corespunzător acesteia; în cazul problemelor reprezentate grafic, cea mai mare proporție a fixărilor a vizat expresia relațională; iar în cazul problemelor simple, atenția vizuală a fost distribuită în cea mai mare măsură asupra pronumelui demonstrativ, respectiv asupra elementului deictic „aceasta”. Faptul că problemele după simboluri au generat o proporție ridicată de fixări asupra primei valori numerice este explicabil, având în vedere că elevii erau deja familiarizați cu textul, iar sarcina se limita în această etapă la procesarea inputului numeric. Fixarea celei de-a doua valori numerice sau a simbolului aferent acesteia a fost cea mai ridicată în cazul problemelor cu simboluri. Această valoare numerică făcea parte din propoziția comparativă, care a primit, de asemenea, cele mai multe fixări în acest tip de problemă. Propoziția comparativă includea, totodată, expresia relațională și pronumele demonstrative „acesta”, ceea ce explică focalizarea vizuală prelungită asupra acestei secvențe textuale. În cadrul problemelor cu simboluri, problema fiind identificarea operației necesare, elevii au direcționat atenția vizuală în principal asupra celei de-a doua propoziții, iar în interiorul acesteia asupra celei de-a doua valori numerice sau simbolice. Al doilea nivel ca proporție a fixărilor asupra celei de-a doua valori numerice a fost observat în cazul problemelor după simboluri, situație explicată prin familiarizarea prealabilă cu contextul, elevii aflându-se în etapa de substituire a simbolurilor cu valori numerice. Fixările asupra expresiei relaționale au înregistrat proporția cea mai ridicată în cazul problemelor reprezentate grafic. Deoarece problema solicita reprezentarea relațiilor dintre variabile, elevii au direcționat atenția vizuală în mod accentuat asupra expresiei relaționale. O proporție ridicată de fixări asupra expresiei relaționale a fost observată și în cazul problemelor cu simboluri, unde problema era, de asemenea, identificarea operației, conferind acestei expresii un rol central.

În sinteză, tipul instrucțiunii didactice a influențat atât performanța în rezolvare, cât și tiparele de lectură. Instrucțiunile care au impus procesarea aprofundată a textului (de exemplu, problemele cu simboluri) au condus la o rată mai ridicată a succesului în rezolvare, prin facilitarea formării modelului situației. Elaborarea reprezentării grafice a relațiilor dintre variabile a contribuit, de asemenea, la îmbunătățirea performanței. Distribuția procentuală a timpului de fixare asupra elementelor-cheie și asupra diferitelor propoziții din text a variat în funcție de natura instrucțiunii. Elementul textual care a primit cele mai multe fixări a depins de tipul de instrucțiune aplicat.

Rezultatele cercetării transmit un mesaj relevant pentru practicienii din educație: în procesul de rezolvare a problemelor de comparare cu text, este recomandată aplicarea unor abordări didactice multiple, care susțin înțelegerea profundă a textului și reprezentarea adecvată a relațiilor dintre variabile. Rezultatele confirmă că dificultatea acestor probleme apare în

principal în faza de interpretare, iar nu în cea de calcul, ceea ce justifică sprijinirea explicită a procesării contextuale.

Pe baza celor evidențiate, cadrele didactice ar trebui să integreze strategii care încurajează construcția modelului situației și reprezentarea relațiilor comparate, pentru a susține competențele cognitive implicate în rezolvarea problemelor cu text.

4. Efectul diferitelor metode de rezolvare asupra performanței elevilor de 10–11 ani în probleme de comparare cu text formulate în mod inconzistent

Cercetarea prezentată în capitolul anterior a demonstrat în mod clar că instrucțiunile didactice, în sine, constituie un factor determinant atât pentru performanța elevilor, cât și pentru tiparele lor de lectură vizuală (atenție vizuală). Pornind de la aceste constatări, am considerat oportună extinderea și rafinarea intervențiilor didactice, astfel încât, în acest capitol, să fie propusă o metodă care răspunde în mod specific dificultăților cognitive întâmpinate de elevii de 10–11 ani în procesul de rezolvare a problemelor de comparare cu text formulate într-un limbaj inconzistent.

Deși literatura de specialitate a descris anterior proceduri care sprijină rezolvarea problemelor comparative, dezvoltarea unei noi metode a fost justificată de trei factori esențiali. În primul rând, în pofida existenței strategiilor deja consacrate, rezultatele recente continuă să confirme faptul că aceste probleme se numără printre cele mai provocatoare pentru elevi (Bartalis et al., 2023; Múñez et al., 2013; Orrantia és Múñez, 2013; Riley és Greeno, 1988). În al doilea rând, în prezent nu există o metodă care să vizeze în mod direct mecanismul-cheie al dificultății specifice itemilor inconzistenți – și anume necesitatea de a transforma și reinterpretă expresia relațională în cadrul propoziției comparative, proces indispensabil pentru obținerea unei soluții corecte. În al treilea rând, analiza datelor obținute în cadrul propriului studiu a consolidat ipoteza conform căreia natura instrucțiunilor poate influența în mod direct rata de rezolvare corectă a problemelor de comparare cu text inconzistente (Bartalis & Zsoldos-Marchiș, 2023). În ansamblu, acești factori au indicat necesitatea conceptualizării unei metode proprii.

4.1 Obiectivele cercetării

Scopul investigației a fost evaluarea efectului diferitelor metode de rezolvare asupra performanței elevilor de 10–11 ani în probleme comparative cu text formulate în mod inconzistent, având la bază un design în două etape. Cercetarea s-a concentrat pe analiza

efectului a două abordări didactice: metoda reprezentării grafice și o metodă proprie, dezvoltată pe baza construcției modelului situației. Esența metodei proprii constă în faptul că, în prima etapă, elevii primesc probleme de comparare cu text în care informațiile numerice sunt înlocuite cu simboluri, ceea ce îi determină să se raporteze prioritar la contextul situației descrise și la relațiile dintre variabile, înainte ca operațiile matematice să poată fi efectiv efectuate. Numai după ce modelul situației este construit și propoziția comparativă este interpretată adecvat, itemul este prezentat din nou, de această dată cu valori numerice reale, permițând astfel rezolvarea propriu-zisă a problemei. Pentru a controla influența altor factori cognitivi sau pedagogici și pentru a asigura faptul că diferențele observate pot fi atribuite exclusiv efectului metodelor de rezolvare, în cercetare a fost inclus și un grup de control. Cele trei grupuri participante – două experimentale (GR-grup și KF-grup) și un grup de control – au primit același set de probleme de comparare cu text în cadrul intervenției, însă exersarea acestora a fost realizată în mod diferit: în grupul de control, elevii au rezolvat itemii conform propriilor strategii, fără utilizarea directă a unei metode impuse; în primul grup experimental, procesul de rezolvare s-a bazat pe metoda reprezentării grafice, facilitând construcția reprezentării mentale a relațiilor de ordin de mărime dintre variabile; în al doilea grup experimental, a fost aplicată metoda proprie, orientată spre context și spre modelul situației. Principala întrebare de cercetare a vizat dacă tipul metodei de rezolvare influențează performanța elevilor și focalizarea atenției vizuale în timpul lecturii problemei, iar, în cazul unui răspuns afirmativ, în ce direcție se manifestă acest efect, precum și cum se distribuie atenția vizuală între contextul situației și elementele-cheie ale problemei.

4.2 Metodologie

4.2.1 Eșantion

La studiu au participat în total $n = 50$ elevi din clasa a IV-a (cu vârsta între 10–11 ani), dintre care 31 băieți și 19 fete. Toți elevii urmează cursurile în clase tradiționale, cu predare în limba maghiară, în municipiul Cluj-Napoca, România. Cercetarea a inclus trei clase distincte, selectate prin eșantionare de conveniență, iar din fiecare clasă participanții au fost aleși aleatoriu pentru a forma grupurile experimentale și grupul de control. Tipul de intervenție a fost, de asemenea, atribuit aleatoriu grupurilor, ceea ce a condus la constituirea a două grupuri experimentale și a unui grup de control. Fiecare dintre cele două grupuri experimentale a inclus 17 elevi, în timp ce grupul de control a fost alcătuit din 16 elevi.

4.2.2 Instrumentele cercetării și procedura

Colectarea datelor pentru toate cele trei grupuri s-a desfășurat în primăvara anului 2023, în lunile de intervenție din perioada școlară. Etapele cercetării – pretestul, intervenția și posttestul – au acoperit un interval de aproximativ două luni. Toate procedurile ulterioare au fost identice cu cele descrise în capitolul anterior. Instrumentul utilizat în pretest, protocolul de colectare a datelor, instrucțiunile oferite elevilor, precum și ariile de interes (AOI-urile) aplicate în analiza datelor au fost deja prezentate în detaliu. Posttestul a diferit de pretest exclusiv la nivelul formulării textelor din probleme, fără alte modificări metodologice.

4.2.3 Intervenția

După pretest, în toate cele trei grupuri a fost implementată o intervenție desfășurată în șase sesiuni, în cadrul căreia toți elevii au rezolvat același set de probleme (material de exersare alcătuit din 30 de probleme cu text). Tipul problemelor a corespuns schemei problemelor utilizate în etapele de evaluare. Întrucât scopul cercetării a fost compararea eficienței diferitelor metode didactice, am considerat esențial ca exersarea să fie realizată nu doar în cele două grupuri experimentale, ci și în rândul elevilor din grupul de control, astfel încât toți participanții să interacționeze în mod egal cu acest tip de probleme.

În grupul de control, elevii nu au primit instrucțiuni explicite privind modul de rezolvare; aceștia au abordat problemele în mod spontan sau prin aplicarea strategiilor de rezolvare învățate anterior. Prin contrast, în primul grup experimental, toate problemele au fost rezolvate prin aplicarea metodei de reprezentare grafică. În al doilea grup experimental, elevii au primit problemele în două etape: în prima etapă, valorile numerice au fost înlocuite cu simboluri, pentru a direcționa atenția vizuală către înțelegerea contextului problemei și a stimulării construirii modelului situației; în a doua etapă, aceleași probleme au fost prezentate cu valori numerice, în vederea rezolvării concrete. Această abordare a avut rolul de a facilita procesarea profundă a propoziției comparative și de a sprijini formarea unei reprezentări mentale adecvate a situației.

4.3 Performanța elevilor

În acord cu întrebarea noastră de cercetare, prezentarea rezultatelor este structurată în două părți. Prima parte descrie performanța elevilor, iar a doua parte analizează timpul alocat procesării textului problemelor, mai exact proporția de timp în care atenția vizuală a fost direcționată către elementele-cheie și către contextul problemelor cu text. În consecință, performanța a fost evaluată pe baza punctajelor obținute pentru rezolvările corecte sau incorecte

ale problemelor, iar analiza focalizării atenției a fost realizată prin compararea timpilor de fixare alocăți ariilor de interes (AOI) definite în prealabil. Pentru prelucrarea datelor au fost utilizate statistici descriptive, testul t pentru eșantioane pereche și analiza variației cu măsurători repetate.

Pentru claritate, în continuare vom utiliza denumirile abreviate ale tipurilor de probleme introduse în capitolul anterior, cu o singură excepție: în cazul problemelor cu simboluri, analiza este prezentată într-o formă simplificată. Astfel, nu vom trata separat varianta cu simboluri și varianta după simboluri, ci vom include în analiză doar valorile aferente variantei după simboluri (atât în privința performanței, cât și a timpilor de fixare). Prin urmare, în continuare distingem trei tipuri de probleme, denumite – pentru simplitate – astfel: probleme simple, probleme cu simboluri și probleme cu reprezentare grafică. Marcarea grupurilor se realizează conform denumirilor utilizate anterior: grupul GR, grupul KF și grupul de control.

La evaluarea performanței elevilor, o problemă a fost considerată rezolvată corect dacă elevul a selectat operațiile aritmetice adecvate, indiferent de corectitudinea valorii numerice finale. Această decizie metodologică a fost motivată de faptul că cercetarea nu a vizat competențele de calcul, ci gradul de înțelegere a problemei, respectiv capacitatea elevului de a interpreta corect contextul problemelor cu text și de a identifica, pe baza acestei interpretări, operația sau operațiile aritmetice potrivite. Dintre cele șapte probleme, problema de încălzire (prima) nu a fost inclusă în evaluare. Pentru celelalte șase probleme, fiecare rezolvare corectă a fost notată cu 1 punct. Clasificate după tipul de instrucție (problemă simplă, problemă cu simboluri, problemă reprezentată grafic), fiecare categorie a conținut câte două probleme, astfel încât punctajul maxim posibil pe categorie a fost de 2 puncte, iar punctajul total maxim posibil a fost de 6 puncte.

În prima etapă, a fost prezentată comparația performanțelor obținute de cele trei grupuri la pretest și posttest. Conform rezultatelor testului Shapiro–Wilk, condiția de normalitate nu a fost îndeplinită în niciun grup și pentru niciun tip de problemă. În consecință, pentru compararea rezultatelor dintre pretest și posttest a fost utilizat testul neparametric Wilcoxon pentru ranguri perechi.

În grupul GR, performanța a crescut semnificativ statistic la posttest comparativ cu pretest, în cazul problemelor simple. În grupul KF, s-a constatat o îmbunătățire semnificativă la toate cele trei tipuri de probleme (probleme simple, probleme de comparare cu simboluri, probleme cu reprezentare grafică). În grupul de control, nu s-a înregistrat nicio modificare semnificativă ca efect al intervenției.

În etapa următoare, performanțele celor trei grupuri au fost comparate separat pentru pretest și posttest, pe tipuri de probleme, utilizând analiza variației. În cazul posttestului, condiția de omogenitate a varianțelor nu a fost îndeplinită pentru problemele simple ($p = .006$) și problemele cu simboluri ($p = .004$), motiv pentru care a fost aplicată corecția de omogenitate Brown–Forsythe. Rezultatele au indicat o diferență semnificativă între cele trei grupuri în cazul problemelor cu simboluri: grupul KF a obținut performanțe semnificativ mai bune decât grupul de control ($t = 2.554$; $p = .037$).

4.4 Atenția asupra elementelor-cheie (AEF-indicator)

A doua întrebare principală a cercetării noastre a vizat modul în care diferitele metode de rezolvare influențează distribuția atenției vizuale a elevilor în timpul citirii problemelor cu text, cu accent special pe elementele-cheie ale problemei și pe procesarea contextului. Pentru această analiză, am utilizat timpul de fixare ca variabilă de bază. Timpul de fixare asupra elementelor-cheie a fost determinat prin unificarea zonelor de interes (AOI-uri) asociate acestor elemente. Elementele-cheie incluse în această variabilă au fost: primul număr, al doilea număr, expresia relațională („mai mult” sau „mai puțin”), precum și pronumele demonstrativ („acesta”). Suma timpilor de fixare înregistrați pe aceste patru elemente a constituit variabila compozită denumită elemente-cheie.

Pentru a determina proporția atenției alocate acestor elemente-cheie în timpul rezolvării, am raportat această sumă la timpul total de citire. Timpul total de citire a fost calculat prin marcarea fiecărei propoziții din textul problemei cu câte un AOI distinct, urmată de agregarea timpilor de fixare pe problemă. În analiza statistică, timpul total de citire a fost considerat 100%, iar pentru fiecare elev am calculat ce procent din acest timp a fost alocat fixărilor pe elementele-cheie. Un procent mai ridicat a indicat o atenție mai redusă asupra contextului (procesare superficială a propoziției comparative și a modelului situației), în timp ce un procent mai scăzut a reflectat o procesare mai aprofundată a contextului și o concentrare sporită pe construirea modelului situației sau pe activarea modelului situației. Utilizarea acestor valori procentuale a fost justificată de faptul că ele surprind mai fidel focalizarea atenției vizuale, comparativ cu valorile absolute ale timpilor de fixare.

Valorile AEF-indicator obținute la pretest și posttest au fost comparate în fiecare grup, pe tipuri de probleme. Testul Shapiro–Wilk a confirmat îndeplinirea condiției de normalitate, ceea ce a permis utilizarea testului t pereche pentru compararea scorurilor pretest–posttest. Rezultatele au arătat că, în toate cele trei grupuri (GR-grup, KF-grup, grup de control), s-a produs o scădere semnificativă statistic a proporției timpilor de fixare pe elementele-cheie în

cazul problemelor simple și al problemelor reprezentate grafic, ceea ce sugerează că intervenția a favorizat o atenție vizuală mai mare asupra contextului și o procesare mai eficientă a modelului situației. În același timp, analiza post hoc cu corecție Holm a indicat că valorile AEF-indicator asociate problemelor cu simboluri au fost semnificativ mai mari decât cele corespunzătoare problemelor simple ($p < .001$) și problemelor reprezentate grafic ($p < .001$).

4.5 Concluzii

Scopul cercetării noastre a fost prezentarea unei metode de rezolvare care poate sprijini eficient elevii de 10–11 ani în rezolvarea problemelor cu text formulate în limbaj inconzistent și care includ propoziții comparative. Esența metodei bazate pe modelul situației constă în faptul că îi încurajează pe elevi să interpreteze contextul textual al problemei înainte de identificarea elementelor-cheie și înainte de efectuarea operațiilor aritmetice. Această abordare se diferențiază în mod deliberat de strategiile frecvente care orientează atenția exclusiv spre elementele-cheie izolate; în schimb, metoda noastră urmărește ca elevii să se concentreze mai întâi asupra ansamblului relațiilor contextuale din text. Pentru evaluarea eficienței metodei, am realizat o analiză comparativă cu o altă metodă recunoscută în practica educațională – reprezentarea grafică. Această comparație a oferit posibilitatea de a examina metoda noastră, fundamentată teoretic pe modelul situației, în raport cu un procedeu care s-a dovedit deja eficient din punct de vedere practic.

Rezultatele analizei comparative a performanței arată că, în grupul în care rezolvarea a fost sprijinită de reprezentarea grafică (GR-grup), s-a înregistrat o îmbunătățire semnificativă statistic doar în cazul problemelor simple, la posttest comparativ cu pretest. Totodată, în același grup – contrar așteptărilor – în cazul problemelor reprezentate grafic, care solicitau în mod direct construirea unei reprezentări vizuale, nu s-a observat progres al performanței. În grupul de control, unde în timpul intervenției nu am utilizat o metodă de rezolvare directă, iar elevii au lucrat pe baza propriilor strategii, nu a existat nicio diferență semnificativă între scorurile obținute la pretest și posttest. Cea mai amplă dezvoltare a performanței a fost evidențiată în KF-grup (grupul cu simboluri / context-focalizat), unde elevii au obținut rezultate semnificativ mai bune la posttest în toate cele trei tipuri de probleme (probleme simple, probleme cu simboluri, probleme reprezentate grafic), comparativ cu pretestul. Aceasta confirmă faptul că metoda bazată pe simboluri aplicate înaintea numerelor și focalizată pe interpretarea contextului textual, a contribuit cel mai puternic la succesul rezolvării în cazul problemelor cu text inconzistent și comparative, în rândul elevilor din această categorie de vârstă.

Deși numeroase cercetări au demonstrat eficiența reprezentării grafice și rolul acesteia în rezolvarea cu succes a problemelor inconsistente (de Koning et al., 2022; Kozhevnikov et al., 2005), rezultatele studiului nostru indică faptul că metoda bazată pe modelul situației s-a dovedit a fi mai eficientă din perspectiva performanței. Astfel, rezultatele noastre confirmă în mod clar importanța construirii modelului situației. Chiar dacă elaborarea unui model al situației adecvat reprezintă unul dintre cei mai dificili pași ai procesului de rezolvare a problemelor (Riley și Greeno, 1988), acesta rămâne un factor esențial, care poate constitui cheia obținerii unei soluții corecte (Coquin-Viennot și Moreau, 2003).

Această diferență, însă, nu se reflectă în focalizarea atențională a elevilor. Analiza proporțiilor procentuale calculate pe baza elementelor-cheie ale problemei și a contextului a arătat că focalizarea atenției a prezentat un tipar similar în toate cele trei grupuri. Ca efect al intervenției, atenția elevilor s-a deplasat de la elementele-cheie către contextul problemei, întrucât, pe baza rezultatelor posttestului, timpul de fixare orientat spre elementele-cheie a scăzut semnificativ comparativ cu pretestul. În ansamblu, se poate concluziona că metoda de rezolvare utilizată nu constituie un factor determinant din perspectiva focalizării atenției, deoarece, indiferent de grup, elevii au recunoscut importanța concentrării asupra contextului. Acest rezultat trimite din nou la importanța construirii modelului situației, care presupune interpretarea contextului și care – așa cum indică și rezultatele noastre – contribuie în mod direct la creșterea performanței.

Concluziile formulate în acest studiu trebuie însă interpretate în lumina mai multor limitări metodologice. Pe de o parte, investigarea problemelor cu text comparative prin intermediul tehnologiei eye-tracking în rândul copiilor de vârstă mică reprezintă o provocare considerabil mai mare decât în cazul adulților. Am ținut cont de particularitățile de vârstă și, în consecință, nu am utilizat probleme de umplere în timpul măsurătorilor. O altă limitare derivă din natura eșantionării, întrucât participanții au provenit din clasele care ne-au fost mai ușor accesibile, fapt ce a restrâns suplimentar posibilitățile de generalizare ale cercetării.

În pofida acestor limitări, rezultatele studiului nostru evidențiază importanța centrală a contextului problemei în cazul problemelor cu text formulate în limbaj inconsistent și de tip comparativ. Compararea eficienței diferitelor metode de rezolvare a arătat în mod clar că performanța elevilor este mai ridicată atunci când aceștia se concentrează asupra contextului textului, comparativ cu aplicarea exclusivă a reprezentării grafice. Totodată, este de remarcat faptul că, din perspectiva focalizării atenției, aceste metode nu au produs diferențe semnificative, întrucât toți elevii au recunoscut rolul esențial al concentrării asupra contextului.

5. Efectul de consistență în problemele cu text – din perspectiva învățătorilor

Capitolele precedente au plasat în centrul analizelor elevii și particularitățile acestora. În continuare, abordăm rezolvarea problemelor cu text inconsecvente din perspectiva învățătorilor. A apărut, așadar, întrebarea privind modul în care cadrele didactice care îi instruiesc pe acești elevi se raportează la fenomenul efectului de consistență în problemele cu text.

Numeroase cercetări au analizat deja atitudinile cadrelor didactice față de dificultățile asociate problemelor cu text (Bingolbali et al., 2011; Chapman, 2006; Pearce et al., 2013), însă nu dispunem de cunoștințe anterioare privind existența unor studii care să fi investigat raportarea învățătorilor la inconsistența lingvistică prezentă în problemele cu text. Din acest motiv, scopul cercetării de față este de a explora modul în care învățătorii de limbă maghiară din România percep, în general, cauzele dificultăților și succeselor elevilor în rezolvarea problemelor, precum și care sunt caracteristicile generale ale abordărilor didactice utilizate în predarea problemelor cu text. Totodată, întrebarea noastră centrală este dacă și în ce măsură toate aceste aspecte sunt influențate de efectul de consistență. În consecință, prin acest demers ne-am propus să investigăm cum și în ce măsură efectul de consistență prezent în problemele cu text influențează abordările didactice ale învățătorilor, instrucțiunile oferite elevilor și evaluarea nivelului de dificultate al problemelor.

5.1 Scopul cercetării

Scopul cercetării este explorarea opiniilor învățătorilor privind problemele cu text, precum și a abordărilor didactice utilizate în predarea acestora. În plus, ne propunem să investigăm în ce măsură și în ce mod aceste opinii și abordări sunt influențate de efectul de consistență prezent în problemele cu text. Pe baza obiectivelor cercetării, am formulat următoarele întrebări de cercetare:

- Care sunt, din perspectiva învățătorilor, cauzele dificultăților și ale succeselor elevilor în rezolvarea problemelor?
- Ce caracterizează, în general, abordările didactice ale învățătorilor în predarea problemelor cu text?
- Cum și în ce măsură influențează efectul de consistență prezent în problemele cu text abordările didactice ale învățătorilor, instrucțiunile oferite elevilor și evaluarea nivelului de dificultate al problemelor?

5.2 Metodologie

5.2.1 Participanții la cercetare

La cercetarea noastră bazată pe interviuri au participat 33 de învățători, care predau în clase primare cu predare în limba maghiară din școli de stat situate în diferite localități din Transilvania. Participanții provin din 13 școli, din 11 localități și din 4 județe (Harghita, Cluj, Mureș și Timiș). Selecția participanților s-a realizat prin eșantionare de conveniență, prin urmare nu se poate afirma că eșantionul reflectă populația totală a învățătorilor care predau în clase primare cu predare în limba maghiară din Transilvania. Cu toate acestea, în limita posibilităților, am urmărit includerea în cercetare a învățătorilor din localități mici (12 învățători), localități medii (7 învățători) și localități mari (14 învățători), provenind atât din școli cu predare exclusiv în limba maghiară, cât și din școli cu predare mixtă.

5.2.2 Interviu

Colectarea datelor s-a realizat prin intermediul unui interviu structurat, care a oferit posibilitatea de a explora în profunzime concepțiile cadrelor didactice privind rezolvarea problemelor cu text, precum și abordările lor didactice, asigurând totodată comparabilitatea datelor obținute. Natura întrebărilor de cercetare a justificat, așadar, utilizarea unei abordări calitative. Ghidul de interviu a fost structurat în trei unități tematice: (1) întrebări demografice; (2) întrebări care vizează concepțiile generale și abordările didactice legate de problemele cu text; (3) întrebări referitoare la efectul consistenței.

Pentru a investiga raportarea cadrelor didactice la efectul consistenței, în interviu au fost incluse și două probleme de comparare simple. Ambele au avut o structură matematică similară, fiind probleme în doi pași, dintre care una a fost formulată în mod consistent, iar cealaltă în mod inconsistent. Pentru aceste două probleme au fost formulate aceleași întrebări, care au vizat gradul de dificultate al problemei, pașii rezolvării, precum și modalitățile de gestionare a dificultăților apărute în procesul de rezolvare.

Protocolul de interviu a inclus 18 întrebări deschise. Colectarea datelor a fost realizată de către autor, prin interviuri individuale, față în față. Acestea au avut loc, în majoritatea cazurilor, în unitățile de învățământ, într-un spațiu separat și lipsit de factori perturbatori. Interviurile au fost înregistrate audio cu ajutorul telefonului mobil, durata acestora variind între 13 și 20 de minute. Transcrierea înregistrărilor audio a fost realizată pe platforma online Maxqda, urmată de verificarea transcrierilor și corectarea eventualelor erori sau distorsiuni, iar în final de analiza de conținut, efectuată de asemenea cu ajutorul software-ului Maxqda.

5.3 Rezultate și concluzii

Scopul principal al cercetării noastre a fost de a explora modul și măsura în care inconsistența prezentă în problemele cu text influențează abordările didactice ale învățătorilor. În acest sens, am analizat mai întâi abordările generale ale cadrelor didactice față de problemele cu text (utilizarea strategiilor, sprijinirea înțelegerii textului), precum și cauzele percepute de învățători care stau la baza dificultăților și succeselor elevilor. Ulterior, am examinat felul în care efectul consistenței influențează percepțiile învățătorilor asupra nivelului de dificultate al problemelor, asupra pașilor de rezolvare, precum și asupra dificultăților apărute în procesul de rezolvare.

Rezultatele obținute indică, într-o primă etapă, că învățătorii asociază dificultățile elevilor în rezolvarea problemelor cu text în principal cu factori de natură psihologică, în special cu nivelul scăzut al competențelor de înțelegere a textului. Acest rezultat este în concordanță cu literatura de specialitate, conform căreia înțelegerea textului reprezintă o condiție esențială pentru rezolvarea problemelor cu text, mai ales atunci când acestea sunt lingvistic complexe sau semantic dificile, așa cum este cazul problemelor formulate în mod inconsistent (van der Schoot et al., 2009; Boonen et al., 2016). De asemenea, faptul că învățătorii atribuie majoritatea dificultăților elevilor înșiși este în acord cu concluziile lui Bingolbali et al. (2011), potrivit cărora, din perspectiva cadrelor didactice investigate, caracteristicile psihologice ale elevilor constituie principala sursă a dificultăților întâmpinate în rezolvarea problemelor cu text. Totodată, aceste rezultate contrazic concluziile lui Pearce et al. (2013), care, analizând opiniile învățătorilor, a constatat că dificultățile și cauzele acestora sunt mai degrabă asociate curriculumului, sistemului de evaluare, manualelor școlare, formării cadrelor didactice sau profesorilor anteriori. În cercetarea noastră, acești din urmă factori – pe care i-am încadrat în categoria factorilor pedagogici – au fost rareori menționați de către participanți. În mod similar, dificultățile care derivă din structura sau formularea problemei (factori epistemologici) nu au fost percepute ca fiind problematice de către majoritatea învățătorilor, iar factorii de natură socio-economică au fost amintiți doar de un număr foarte redus de respondenți.

Conform propriilor declarații, abordările didactice generale ale învățătorilor sunt dominate de modelul etapizat, care se aliniază bine modelului clasic de rezolvare a problemelor propus de Pólya (2004). Totuși, în etapa de înțelegere apar strategii variate. Pe baza explicațiilor oferite, în procesul de rezolvare a problemelor cu text, majoritatea cadrelor didactice recurg la identificarea elementelor-cheie, strategie care, atunci când este utilizată izolat, poate fi asociată cu strategia cuvintelor-cheie descrisă de Karp et al. (2019). În numeroase cazuri, însă, acest pas este combinat cu alte strategii, fiind frecvent menționate recitirea repetată a textului problemei, conștientizarea explicită a întrebării, precum și realizarea unor reprezentări externe (imagini,

scheme, desene), a căror eficiență a fost demonstrată de mai multe cercetări anterioare (de Koning et al., 2022; Ott, 2020; Purcar et al., 2024). Aceste strategii sprijină formarea unei reprezentări mentale adecvate, aspect deosebit de important în cazul problemelor formulate inconsistent, unde indiciile lingvistice și operațiile matematice nu sunt în relație de consistență (Hegarty et al., 1995). Pasul următor etapei de înțelegere, respectiv elaborarea planului, s-a dovedit a fi mai puțin frecvent menționat, fiind evidențiat de mai puțin de jumătate dintre cadrele didactice. În mod similar, verificarea sau reflecția asupra soluției după rezolvare a fost amintită doar de aproximativ o treime dintre participanți. Cu toate acestea, în ansamblu, învățătorii consideră abordarea etapizată ca fiind clar benefică, fapt susținut și de numeroasele modele prezentate în literatura de specialitate (Richardson și Morgan, 2002; Roe et al., 2001; Ryder și Graves, 2008). Totodată, aceștia și-au exprimat convingerea că rutina sau algoritmul dezvoltat în timp contribuie la obținerea unei rezolvări corecte.

În cazul problemelor inconsistente, înțelegerea contextului problemei joacă un rol esențial (van der Schoot et al., 2009). Prin urmare, atunci când am discutat cu cadrele didactice despre procesul de rezolvare a problemelor, am considerat important să evidențiem această etapă, precum și modalitățile de sprijinire a acesteia. Aproximativ o treime dintre învățători au recomandat recitirea sau citirea repetată a textului problemei, iar câțiva dintre ei – în acord cu cercetările realizate de Ott (2020) și Purcar et al. (2024) – au sugerat realizarea unor reprezentări externe, precum și utilizarea întrebărilor ghidate, fragmentarea problemei sau reformularea acesteia, strategii a căror importanță a fost subliniată și de Haghverdi (2012), respectiv Vicente et al. (2008).

Reacțiile învățătorilor privind nivelul de dificultate al problemelor consistente și inconsistente au evidențiat diferențe clare. Problema consistentă a fost apreciată de marea majoritate a cadrelor didactice ca fiind ușoară, iar eventualele dificultăți ale elevilor au fost atribuite în principal deficitelor de înțelegere a textului sau erorilor de calcul. În schimb, problema inconsistentă a fost considerată mai dificilă de către aproximativ trei sferturi dintre participanți, iar în acest caz importanța înțelegerii textului a fost subliniată de un număr mai mare de respondenți. Totodată, în cazul problemei inconsistente, mai mulți învățători au evidențiat factorii lingvistici drept posibile surse ale erorilor. Deși efectul consistenței nu a fost menționat explicit, două treimi dintre cadrele didactice au făcut referire clară la acest fenomen, prin explicațiile oferite.

Este de asemenea important de remarcat că, deși jumătate dintre pedagogi nu ar modifica pașii de rezolvare utilizați în cazul problemei inconsistente (comparativ cu cea consistentă), cealaltă jumătate ar adopta o abordare mai ținută și mai detaliată. În acest context, mai mulți

participanți au considerat necesar să sprijine procesul de rezolvare prin explicații suplimentare, reformulări, identificarea explicită a relațiilor de tip mai mult–mai puțin, precum și prin evidențierea cuvântului de trimitere „acesta”. Acest fapt sugerează că aproximativ jumătate dintre învățători percep importanța efectului consistenței și, în consecință, încearcă să își adapteze metodele didactice, în special în ceea ce privește interpretarea și ilustrarea situației-problemă. Această constatare este în concordanță cu perspectiva didactică potrivit căreia, în cazul problemelor inconsistente, accentul ar trebui pus pe construirea modelului situațional, și nu pe translația directă a informațiilor (Staub și Reusser, 1995). Această tendință este confirmată și de faptul că, în cazul problemelor consistente, învățătorii răspund dificultăților apărute în rezolvare preponderent prin explicații și ilustrații, în timp ce, în cazul problemelor inconsistente, pe lângă ilustrarea vizuală apar și reformularea, exersarea, întrebările ghidate, evidențierea cuvântului de trimitere și chiar jocul situațional. În ansamblu, se poate observa că, deși trei sferturi dintre cadrele didactice consideră problema inconsistentă mai dificilă decât cea consistentă, doar jumătate dintre acestea ar întreprinde pași didactici specifici în procesul de rezolvare.

Totuși, aceste concluzii trebuie interpretate în lumina anumitor limitări metodologice, care influențează validitatea și generalizabilitatea rezultatelor. Deși am încercat extinderea eșantionului, eșantionarea de tip accesibil nu permite considerarea participanților ca fiind reprezentativi pentru întreaga populație a învățătorilor de limbă maghiară din România. În al doilea rând, colectarea datelor prin interviuri structurate, deși a facilitat comparația răspunsurilor, poate să fi limitat exprimarea spontană a opiniilor participanților. De asemenea, practica didactică din clasă nu este reflectată în totalitate prin interviuri, deoarece – spre deosebire de observația directă – acestea se bazează preponderent pe percepțiile subiective ale cadrelor didactice. În fine, analiza efectului consistenței s-a bazat pe doar două tipuri de probleme de comparare, ceea ce restrânge gama situațiilor analizate și nu acoperă întregul spectru al problemelor cu text.

Cu toate acestea, întrucât numeroasele concluzii ale studiului nostru sunt în concordanță cu rezultatele cercetărilor anterioare, se conturează clar faptul că majoritatea învățătorilor percep dificultățile generate de problemele formulate inconsistent, iar aproximativ jumătate dintre aceștia își adaptează instrucțiunile didactice în consecință. Astfel, efectul consistenței se dovedește a fi un factor relevant și din perspectiva practicii didactice, putând stimula utilizarea mai conștientă a strategiilor, accentuarea sprijinului pentru înțelegerea textului și aplicarea unor instrucțiuni diferențiate. În acest context, se recomandă ca, în cadrul formării inițiale și continue a învățătorilor, să se acorde o atenție sporită analizei semantice a problemelor cu text,

conștientizării relațiilor lingvistico-matematice, precum și exersării aplicării modelelor situaționale.

6. Concluzii generale și recomandări

În centrul cercetării noastre s-a aflat efectul consistenței în problemele cu text, pe care l-am analizat atât din perspectiva elevilor, cât și din cea a învățătorilor. Pe de o parte, ne-am propus să explorăm relația dintre modelele de rezolvare ale elevilor din ciclul primar și performanță, în cazul problemelor consistente și inconsistente, precum și să reacționăm la dificultățile generate de inconsistență prin instrucțiuni diferite și metode distincte de rezolvare a problemelor. Pe de altă parte, am investigat atitudinea cadrelor didactice care îi învață pe acești elevi față de efectul consistenței, căutând răspunsuri la următoarele întrebări: care sunt, în percepția lor, factorii care stau la baza dificultăților și succeselor elevilor în rezolvarea problemelor; ce caracterizează, în general, abordările lor didactice privind problemele cu text; precum și cum și în ce măsură influențează efectul consistenței abordările didactice, instrucțiunile și evaluarea nivelului de dificultate al problemelor. Rezultatele au fost prezentate în capitolele anterioare, iar în cele ce urmează ne vom concentra doar asupra celor mai importante concluzii și relațiilor dintre acestea.

Prima noastră cercetare, cu caracter pilot, a contribuit în mai multe privințe la fundamentarea investigațiilor ulterioare. În primul rând, a confirmat o serie de rezultate legate de efectul consistenței despre care nu se știa dacă sunt valabile și în cazul elevilor maghiari de 10–11 ani. Printre acestea se numără faptul că rezolvarea problemelor inconsistente este mai dificilă decât cea a problemelor consistente; că rezolvatorii fără succes petrec mai mult timp cu rezolvarea problemelor decât cei de succes; precum și că rezolvatorii fără succes comit mai multe erori în cazul problemelor inconsistente decât în cazul celor consistente. În al doilea rând, studiul a evidențiat aspecte ale efectului consistenței care nu au fost luate în considerare anterior: durata fixărilor asupra datelor numerice este mai mare în cazul problemelor inconsistente decât al celor consistente; enunțurile relaționale din problemele inconsistente sunt caracterizate de durate de fixare mai lungi comparativ cu cele din problemele consistente; în final, rezolvatorii fără succes au fixat mai mult timp pronumele demonstrativ „acesta” decât rezolvatorii de succes. Toate aceste rezultate sugerează că această grupă de vârstă întâmpină dificultăți semnificative în gestionarea efectului consistenței în problemele cu text, principala cauză fiind problema transpunerii expresiei relaționale din propoziția relațională. Am putut constata că, din cauza încărcării cognitive generate de acest proces, elevii nu reușesc să

construiască o reprezentare mentală adecvată a situației-problemă, ceea ce conduce, implicit, și la eșecul rezolvării. Este de asemenea probabil ca rezolvatorii fără succes să recurgă, în procesul de rezolvare, la strategia de translație directă sau la strategia cuvintelor-cheie, în loc să construiască modelul situațional corespunzător problemei.

Pornind de la aceste constatări, ne-am propus să ne concentrăm în mod explicit asupra dificultăților specifice problemelor inconsistente. În acest scop, am elaborat inițial instrucțiuni diferite pentru rezolvarea problemelor inconsistente, iar ulterior, pe baza eficienței acestora, le-am dezvoltat și rafinat. Astfel, am analizat metode de rezolvare care, în opinia noastră, pot sprijini în mod eficient rezolvarea problemelor inconsistente la vârsta școlară mică. Rezultatele intervenției au confirmat ipotezele noastre în ceea ce privește performanța elevilor. Deși rezolvarea problemelor sprijinită de reprezentări grafice a contribuit, într-o anumită măsură, la obținerea soluțiilor corecte, metoda elaborată de noi a susținut semnificativ performanța în toate tipurile de probleme. Această diferență nu s-a reflectat însă în modelele de citire ale elevilor, întrucât, până la finalul intervenției, recunoașterea importanței contextului a devenit caracteristică tuturor grupurilor de elevi. În ansamblu, metoda noastră centrată pe context, care vizează în mod direct construirea modelului situațional în procesul de rezolvare a problemelor, sprijină eficient rezolvarea problemelor inconsistente la această vârstă. Totodată, aceasta exclude posibilitatea utilizării strategiei cuvintelor-cheie în procesul de rezolvare.

În final, nu am putut ignora perspectiva cadrelor didactice asupra acestei problematice. Interviuurile structurate realizate au evidențiat faptul că învățătorii atribuie dificultățile apărute în procesul de rezolvare a problemelor în principal elevilor, în special nivelului scăzut al competențelor de înțelegere a textului. O altă concluzie clară a fost aceea că abordările lor didactice sunt dominate de modelul etapizat, iar practica lor de la clasă este marcată de strategia cuvintelor-cheie, frecvent însoțită de recitirea repetată a textului problemei, conștientizarea întrebării, reprezentarea grafică, în timp ce elaborarea unui plan de rezolvare și reflecția apar mult mai rar. În ceea ce privește efectul consistenței, rezultatele sugerează că majoritatea învățătorilor percep dificultățile asociate problemelor inconsistente, însă jumătate dintre ei nu și-ar modifica instrucțiunile sau metodele de predare în raport cu cele utilizate în cazul problemelor formulate în limbaj consistent.

În ansamblu, se poate afirma că problemele inconsistente nu fac parte din problemele de rutină ale activității didactice, care pot fi rezolvate automat, fără reflecție, prin aplicarea metodei tocmai învățate, sau care s-ar încadra în categoria problemelor rezolvabile prin strategia cuvintelor-cheie. Structura semantică a problemelor inconsistente impune o abordare a rezolvării care presupune un nivel mai profund de înțelegere din partea rezolvatorului. În acest

sens, metoda noastră centrată pe context oferă o soluție adecvată, fiind capabilă să sprijine în mod eficient construirea reprezentării mentale a problemelor inconsistente. Totodată, se conturează o relație clară între dificultățile elevilor și abordările didactice ale învățătorilor. Dacă și cadrele didactice recurg frecvent la strategia cuvintelor-cheie, aceasta se integrează cu ușurință în strategiile de rezolvare ale elevilor, care vor tinde, la rândul lor, să o aplice. Pe de altă parte, în măsura în care pedagogii nu reacționează în niciun mod la rezolvarea problemelor cu formulare lingvistic mai complexă, iar manualele școlare nu includ astfel de probleme, nu este surprinzător faptul că elevii nu obțin performanțe ridicate în rezolvarea acestui tip de probleme.

În lumina celor prezentate, am formulat mai multe recomandări, care se adresează în primul rând cadrelor didactice, dar vizează totodată formatorii universitari, autorii de manuale și elaboratorii de curriculum. În primul rând, dorim să subliniem importanța utilizării conștiente a strategiilor și a selectării și variării deliberate a problemelor textuale. În acest sens, considerăm esențial ca profesorii să nu exerseze cu elevii un singur algoritm de rezolvare, ci să prezinte cât mai multe strategii de rezolvare variate, încurajându-i totodată pe elevi să le aplice în mod flexibil. De asemenea, este recomandabil să aleagă acele abordări care sprijină construirea modelului situațional în procesul de rezolvare a problemelor, astfel încât elevii – indiferent de tipul problemei textuale – să își poată imagina situația problematică și să își selecteze strategia de rezolvare în consecință. Pe de altă parte, este necesară o reflecție atentă asupra tipului de probleme textuale oferite copiilor și asupra modului în care acestea sunt conectate între ele din punct de vedere logic. Dacă dorim să predăm, de exemplu, metoda mersului invers, este firesc să o exersăm prin câteva probleme dedicate, însă în etapa următoare nu ar trebui să fie evident pentru elevi că aceeași metodă „trebuie” aplicată și la problema următoare. Totodată, considerăm oportună integrarea problemelor cu un grad mai ridicat de complexitate lingvistică în procesul de predare, întrucât rezolvarea realistă a problemelor nu se bazează exclusiv pe problemele textuale tradiționale. În acest mod ar putea fi integrate și problemele inconsistente, care nu îi constrâng pe elevi la o rezolvare de rutină, ci îi determină să dobândească strategii bazate pe interpretarea textului, construirea modelului situațional și gândirea critică. În final, subliniem faptul că aceste recomandări nu îi vizează exclusiv pe pedagogi, ci și formarea acestora în cadrul învățământului universitar, precum și specialiștii implicați în elaborarea manualelor școlare.

Rezultatele noastre privind efectul de consistență au generat totodată numeroase noi întrebări, care pot deschide direcții suplimentare de cercetare. Pe de o parte, considerăm că eye-tracking-ul ar putea fi utilizat într-o măsură mult mai extinsă în investigarea efectului de

consistență: pe lângă durata fixărilor și timpul de rezolvare a problemelor, ar fi oportună includerea și a altor variabile, întrucât – așa cum am menționat anterior – acestea pot oferi perspective suplimentare și pot furniza noi dovezi privind factorii care stau la baza rezolvării reușite sau nereușite a problemelor. Pe de altă parte, considerăm relevantă și analizarea metodelor de predare ale învățătorilor prin intermediul observației, în contextul clasei, unde s-ar putea obține, probabil, o imagine mai autentică și mai nuanțată asupra practicilor curente utilizate în predarea problemelor matematice de tip text.

În ansamblu, una dintre cele mai importante concluzii ale cercetării este că rezolvarea problemelor matematice cu text formulate într-un limbaj inconsistent poate fi susținută eficient, în rândul elevilor de 10–11 ani, prin metode țintite, centrate pe context. Disertația oferă rezultate relevante nu doar din perspectiva cadrului teoretic, ci și din punctul de vedere al aplicabilității practice. În acest sens, lucrarea poate servi drept ghid atât pentru cercetători, cât și pentru cadrele didactice din învățământul primar, pentru care rezultatele prezentate pot constitui un sprijin concret în predarea problemelor matematice cu text, precum și în identificarea și gestionarea dificultăților asociate acestora. Prezența consecventă a efectului de consistență, noutatea metodologică a utilizării tehnologiei eye-tracking, precum și analiza atitudinilor și strategiilor învățătorilor au contribuit toate la conturarea unei imagini mai complexe asupra modului în care elevii din ciclul primar rezolvă problemele matematice cu text, atât în cazul problemelor consistente, cât și al celor inconsistente.

Bibliografie

Alamian, V., & Khani Baseri, L. (2020). The Effect of Manipulation on Reducing the Errors of Fourth-Grade Elementary Students while Solving Fraction Word Problems. *Archives of Pharmacy Practice*, 11(S1), 80–86.

Andersson, U. (2007). The contribution of working memory to children's mathematical word problem solving. *Applied Cognitive Psychology*, 21(9), 1201–1216. <https://doi.org/10.1002/acp.1317>

Bartalis, Á., Péntek, I., & Zsoldos-Marchiș, I. (2023). A Pilot Study on Investigating Primary School Students' Eye Movements While Solving Compare Word Problems. *Open Education Studies*, 5(1), 20220207. <https://doi.org/doi:10.1515/edu-2022-0207>

Bartalis, Á., & Zsoldos-Marchiș, I. (2023). How task instruction influences the performance and the text reading pattern in case of inconsistent compare problems in primary school. *Acta Didactica Napocensia*, 16(1), 252–266. <https://doi.org/10.24193/and.16.1.17>

Bartalis, Á., Zsoldos-Marchiș, I., & Gálfi, B. (2024). Investigating the Effect of Different Solving Methods in the Case of Inconsistent Compare Problem. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 31(2), 45–52. https://doi.org/10.1564/tme_v31.2.02

Barton, M., Heidema, C., & Jordan, D. (2002). Teaching Reading in Mathematics and Science. *Educational Leadership*, 60.

Bingolbali, E., Akkoç, H., Ozmantar, M. F., & Demir, S. (2011). Pre-Service and In-Service Teachers' Views of the Sources of Students' Mathematical Difficulties. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 6(1), 40–59. <https://doi.org/10.29333/iejme/260>

Björn, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J.-E. (2016). Primary school text comprehension predicts mathematical word problem-solving skills in secondary school. *Educational Psychology*, 36(2), 362–377. <https://doi.org/10.1080/01443410.2014.992392>

Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1.

Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do Students and Teachers Deal with Modelling Problems? In *Mathematical Modelling* (pp. 222–231). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221>

Boonen, A. J. H., de Koning, B. B., Jolles, J., & van der Schoot, M. (2016). Word Problem Solving in Contemporary Math Education: A Plea for Reading Comprehension Skills Training. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00191>

Boonen, A., & Jolles, J. (2015). Second Grade Elementary School Students? Differing Performance on Combine, Change and Compare Word Problems. *International Journal of School and Cognitive Psychology*, 2(2). <https://doi.org/10.4172/2469-9837.1000122>

Brysbart, M., & Vitu, F. (1998). Word Skipping. In *Eye Guidance in Reading and Scene Perception* (pp. 125–147). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008043361-5/50007-9>

Carpenter, T. P., & Moser, J. M. (1984). The Acquisition of Addition and Subtraction Concepts in Grades One through Three. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(3), 179. <https://doi.org/10.2307/748348>

Chapman, O. (2006). Classroom Practices for Context of Mathematics Word Problems. *Educational Studies in Mathematics*, 62(2), 211–230. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-7834-1>

Clark, H. H. (1969). Linguistic processes in deductive reasoning. *Psychological Review*, 76(4), 387–404. <https://doi.org/10.1037/h0027578>

Coquin-Viennot, D., & Moreau, S. (2003). Highlighting the role of the episodic situation model in the solving of arithmetical problems. *European Journal of Psychology of Education*, 18(3), Article 3. <https://doi.org/10.1007/BF03173248>

Cramer, K., Bezuk, N., Behr, M., Laing, R. A., & Channell, D. E. (1989). Activities: Proportional Relationships and Unit Rates. *The Mathematics Teacher*, 82(7), 537–540. <https://doi.org/10.5951/MT.82.7.0537>

Cruz, A. B. D., & Yangco, R. T. (2023). Epistemological, Psychological, and Pedagogical Sources of Difficulties of Senior High School Students on Problem-Solving Tasks in General Mathematics: Basis for Teaching Guide Recommendations. *Psychology and Education: A Multidisciplinary Journal (Psych Educ)*, 12, 530–539. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8260635>

Csépe, V. (2006). *Az olvasó agy*. Akad. K.

Csikós, C. (2003). Matematikai szöveges feladatok megértésének problémái 10-11 éves tanulók körében. *Magyar Pedagógia*, 103(1), 35–55.

Csikós, C., Szitányi, J., & Kelemen, R. (2012). The effects of using drawings in developing young children's mathematical word problem solving: A design experiment with third-grade Hungarian students. *Educational Studies in Mathematics*, 81(1), 47–65. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9360-z>

Daroczy, G., Artemenko, C., Wolska, M., Meurers, D., & Nuerk, H.-C. (2025). Are text comprehension and calculation processes in word problem solving sequential or interactive? An eye-tracking study in children. *Canadian Journal of Experimental Psychology / Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 79(2), 206–211. <https://doi.org/10.1037/cep0000366>

Daroczy, G., Wolska, M., Meurers, W. D., & Nuerk, H.-C. (2015). Word problems: A review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in Psychology*, 06. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00348>

Davis-Dorsey, J., Ross, S. M., & Morrison, G. R. (1991). The role of rewording and context personalization in the solving of mathematical word problems. *Journal of Educational Psychology*, 83(1), 61–68. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.83.1.61>

de Corte, E., & Verschaffel, L. (1985). Beginning first graders' initial representation of arithmetic word problems. *The Journal of Mathematical Behavior*, 4(1), 3–21.

De Corte, E., Verschaffel, L., & Pauwels, A. (1990). Influence of the semantic structure of word problems on second graders' eye movements. *Journal of Educational Psychology*, 82(2), Article 2. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.2.359>

de Koning, B. B., Boonen, A. J. H., Jongerling, J., van Wesel, F., & van der Schoot, M. (2022). Model method drawing acts as a double-edged sword for solving inconsistent word problems. *Educational Studies in Mathematics*, 111(1), 29–45. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10150-8>

De Koning, B. B., Boonen, A. J. H., & Van Der Schoot, M. (2017). The consistency effect in word problem solving is effectively reduced through verbal instruction. *Contemporary Educational Psychology*, 49, 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.01.006>

Dewolf, T., Van Dooren, W., Hermens, F., & Verschaffel, L. (2015). Do students attend to representational illustrations of non-standard mathematical word problems, and, if so, how helpful are they? *Instructional Science*, 43(1), 147–171. <https://doi.org/10.1007/s11251-014-9332-7>

Dijk, T. A. van, & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Academic press.

Ding, H., & Homer, M. (2020). Interpreting mathematics performance in PISA: Taking account of reading performance. *International Journal of Educational Research*, 102, 101566. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101566>

Doherty-Sneddon, G., Bruce, V., Bonner, L., Longbotham, S., & Doyle, C. (2002). Development of gaze aversion as disengagement from visual information. *Developmental Psychology*, 38(3), 438–445. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.3.438>

Dröse, J. (2019). Comprehending mathematical problem texts – Fostering subject-specific reading strategies for creating mental text representations. In U. T. Jankvist, M. van

den Heuvel-Panhuizen, & M. Veldhuis (Eds.), *Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (Vol. TWG06, Issue 10). Freudenthal Group. <https://hal.science/hal-02408765>

Dröse, J., Prediger, S., Neugebauer, P., Delucchi Danhier, R., & Mertins, B. (2021). Investigating Students' Processes of Noticing and Interpreting Syntactic Language Features in Word Problem Solving through Eye-Tracking. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(1), em0625. <https://doi.org/10.29333/iejme/9674>

Duchowski, A. (2007). *Eye Tracking Methodology*. Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-609-4>

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., Schatschneider, C., & Fletcher, J. M. (2006). The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 29–43. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.29>

Fuchs, L. S., Gilbert, J. K., Fuchs, D., Seethaler, P. M., & N. Martin, B. (2018). Text Comprehension and Oral Language as Predictors of Word-Problem Solving: Insights into Word-Problem Solving as a Form of Text Comprehension. *Scientific Studies of Reading*, 22(2), 152–166. <https://doi.org/10.1080/10888438.2017.1398259>

García, A. I., Jiménez, J. E., & Hess, S. (2006). Solving Arithmetic Word Problems: An Analysis of Classification as a Function of Difficulty in Children With and Without Arithmetic LD. *Journal of Learning Disabilities*, 39(3), 270–281. <https://doi.org/10.1177/00222194060390030601>

Glenberg, A. M., & Langston, W. E. (1992). Comprehension of illustrated text: Pictures help to build mental models. *Journal of Memory and Language*, 31(2), 129–151. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(92\)90008-L](https://doi.org/10.1016/0749-596X(92)90008-L)

González-Calero, J. A., Berciano, A., & Arnau, D. (2020). The role of language on the reversal error. A study with bilingual Basque-Spanish students. *Mathematical Thinking and Learning*, 22(3), 214–232. <https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1681100>

Graesser, A. C., Millis, K. K., & Zwaan, R. A. (1997). DISCOURSE COMPREHENSION. *Annual Review of Psychology*, 48(1), 163–189. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.48.1.163>

Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: The case of word problems. *Learning and Instruction*, 7(4), 293–307. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(97\)00006-6](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(97)00006-6)

Gros, H., Sander, E., & Thibaut, J.-P. (2020). *The cognitive cost of semantic recoding: An eye-tracking study on arithmetic word problem solving*. PsyArXiv. <https://doi.org/10.31234/osf.io/gbk6n>

Haghverdi, M. (2012). *The Influence of Familiarization and Conceptual Rewording in Facilitating the Students' Performance in Solving Types of Mathematics Word Problems*. 2, 3711–3718.

Hegarty, M., Mayer, R. E., & Green, C. E. (1992). Comprehension of arithmetic word problems: Evidence from students' eye fixations. *Journal of Educational Psychology*, 84(1), Article 1. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.1.76>

Hegarty, M., Mayer, R. E., & Monk, C. A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87(1), Article 1. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.87.1.18>

Hudson, T. (1983). Correspondences and Numerical Differences between Disjoint Sets. *Child Development*, 54(1), 84. <https://doi.org/10.2307/1129864>

Ibarra, C. G., & Lindvall, C. M. (1982). Factors Associated with the Ability of Kindergarten Children to Solve Simple Arithmetic Story Problems. *The Journal of Educational Research*, 75(3), 149–156. <https://doi.org/10.1080/00220671.1982.10885372>

Jitendra, A. K., Griffin, C. C., Deatline-Buchman, A., & Sczesniak, E. (2007). Mathematical Word Problem Solving in Third-Grade Classrooms. *The Journal of Educational Research*, 100(5), 283–302. <https://doi.org/10.3200/JOER.100.5.283-302>

Jögi, A., & Kikas, E. (2016). Calculation and word problem-solving skills in primary grades – Impact of cognitive abilities and longitudinal interrelations with task-persistent behaviour. *British Journal of Educational Psychology*, 86(2), 165–181. <https://doi.org/10.1111/bjep.12096>

Kail, R., & Hall, L. K. (1999). Sources of developmental change in children's word-problem performance. *Journal of Educational Psychology*, 91(4), 660–668. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.4.660>

Kaiser, G. (2017). *The teaching and learning of mathematical modeling* (J. Cai, Ed.; Haplo Repository; pp. 267–291). The National Council of Teachers of Mathematics, Inc. <https://acuresearchbank.acu.edu.au/item/8658w/the-teaching-and-learning-of-mathematical-modeling>

Karp, K. S., Bush, S. B., & Dougherty, B. J. (2019). Avoiding the Ineffective Keyword Strategy. *Teaching Children Mathematics*, 25(7), 428–435. <https://doi.org/10.5951/teacchilmath.25.7.0428>

Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. (pp. xvi, 461). Cambridge University Press.

Kintsch, W., & Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92(1), 109–129. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.92.1.109>

Knoblich, G., Ohlsson, S., & Raney, G. E. (2001). An eye movement study of insight problem solving. *Memory & Cognition*, 29(7), 1000–1009. <https://doi.org/10.3758/BF03195762>

Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., & Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition*, 33(4), 710–726. <https://doi.org/10.3758/BF03195337>

Lai, M.-L., Tsai, M.-J., Yang, F.-Y., Hsu, C.-Y., Liu, T.-C., Lee, S. W.-Y., Lee, M.-H., Chiou, G.-L., Liang, J.-C., & Tsai, C.-C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 10, 90–115. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.10.001>

Leiss, D., Plath, J., & Schwippert, K. (2019). Language and Mathematics—Key Factors influencing the Comprehension Process in reality-based Tasks. *Mathematical Thinking and Learning*, 21(2), 131–153. <https://doi.org/10.1080/10986065.2019.1570835>

Leong, C. K., & Jerred, W. D. (2001). Effects of consistency and adequacy of language information on understanding elementary mathematics word problems. *Annals of Dyslexia*, 51(1), 275–298. <https://doi.org/10.1007/s11881-001-0014-1>

Lewis, A. B., & Mayer, R. E. (1987). Students' miscomprehension of relational statements in arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 363–371. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.79.4.363>

Lilienthal, A. J., & Schindler, M. (2019). *Current Trends in the Use of Eye Tracking in Mathematics Education Research: A PME Survey*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1904.12581>

Liversedge, S. P., Gilchrist, I. D., & Everling, S. (2011). *The Oxford handbook of eye movements*. Oxford university press.

McConkie, G. W., & Rayner, K. (1976). Asymmetry of the perceptual span in reading. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 8(5), 365–368. <https://doi.org/10.3758/BF03335168>

Miller, I. (1986). Techniques for Teaching Word Problems. *Lifelong Learning*, 9(4), 29–30.

Ministerul Educației Naționale. (2013). Programa școlară pentru disciplina Matematică. Clasele a III-a – a IV-a. București: Ministerul Educației Naționale.

Múñez, D., Orrantia, J., & Rosales, J. (2013). The Effect of External Representations on Compare Word Problems: Supporting Mental Model Construction. *The Journal of Experimental Education*, 81(3), 337–355. <https://doi.org/10.1080/00220973.2012.715095>

Muth, K. D. (1984). Solving arithmetic word problems: Role of reading and computational skills. *Journal of Educational Psychology*, 76(2), 205–210. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.2.205>

Ng, C.-T., Lung, T.-C., & Chang, T.-T. (2021). Operation-Specific Lexical Consistency Effect in Fronto-Insular-Parietal Network During Word Problem Solving. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2021.631438>

Niss, M. A. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In A. Gagatsis & S. Papastavridis (Eds.), *3rd Mediterranean Conference on Mathematical Education—Athens, Hellas 3-4-5 January 2003* (pp. 116–124). Hellenic Mathematical Society.

Oakhill, J., Cain, K., & Elbro, C. (2014). *Understanding and Teaching Reading Comprehension* (0 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315756042>

OECD (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. PISA, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.

Orrantia, J., & Múñez, D. (2013). Arithmetic word problem solving: Evidence for a magnitude-based mental representation. *Memory & Cognition*, 41(1), 98–108. <https://doi.org/10.3758/s13421-012-0241-1>

Ott, B. (2020). Learner-generated graphic representations for word problems: An intervention and evaluation study in grade 3. *Educational Studies in Mathematics*, 105(1), 91–113. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09978-9>

Pape, S. J. (2003). Compare word problems: Consistency hypothesis revisited. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 396–421. [https://doi.org/10.1016/S0361-476X\(02\)00046-2](https://doi.org/10.1016/S0361-476X(02)00046-2)

Passolunghi, M. C., De Blas, G. D., Carretti, B., Gomez-Veiga, I., Doz, E., & Garcia-Madruga, J. A. (2022). The role of working memory updating, inhibition, fluid intelligence, and reading comprehension in explaining differences between consistent and inconsistent arithmetic word-problem-solving performance. *Journal of Experimental Child Psychology*, 224, 105512. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105512>

Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2001). Short-Term Memory, Working Memory, and Inhibitory Control in Children with Difficulties in Arithmetic Problem Solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80(1), 44–57. <https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2626>

Pearce, D. L., Bruun, F., Skinner, K., & Lopez-Mohler, C. (2013). What Teachers Say About Student Difficulties Solving Mathematical Word Problems in Grades 2-5. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 8(1), 3–19. <https://doi.org/10.29333/iejme/271>

Pólya, G. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (Expanded Princeton Science Library edition). Princeton University Press.

Pongsakdi, N., Kajamies, A., Veermans, K., Lertola, K., Vauras, M., & Lehtinen, E. (2020). What makes mathematical word problem solving challenging? Exploring the roles of word problem characteristics, text comprehension, and arithmetic skills. *ZDM*, 52(1), 33–44. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01118-9>

Purcar, A.-M., Bocoș, M., Pop, A.-L., Roman, A., Rad, D., Mara, D., Crișan, C., Răduț-Taciu, R., Mara, E.-L., Todor, I., Muntean-Trif, L., Neacșu, M.-G., Costache Colareza, C., Maier, M., Tăușan-Crișan, L., Triff, Z., Baciuc, C., Marin, D.-C., & Triff, D.-G. (2024). The Effect of Visual Reasoning on Arithmetic Word Problem Solving. *Education Sciences*, 14(3), 278. <https://doi.org/10.3390/educsci14030278>

Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372>

Rayner, K. (1999). What have we learning about eye movements during reading? In *Converging methods for understanding reading and dyslexia*. The MIT Press.

Rayner, K., & Morris, R. K. (1992). Eye movement control in reading: Evidence against semantic preprocessing. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 18(1), 163–172.

Reusser, K. (1990). *From text to situation to equation: Cognitive simulation of understanding and solving mathematical word problems*. <https://doi.org/10.5167/UZH-261821>

Reusser, K., & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution—The social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction*, 7(4), 309–327. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(97\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(97)00014-5)

Richardson, J. S., & Morgan, R. F. (2002). *Reading to Learn in the Content Areas*. Wadsworth Publishing Company.

Riley, M. S., & Greeno, J. G. (1988). Developmental Analysis of Understanding Language About Quantities and of Solving Problems. *Cognition and Instruction*, 5(1), 49–101. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0501_2

Riley, M. S., Greeno, J. G., & Heller, J. I. (1983). Development of Children's Problem-Solving Ability in Arithmetic. In *The Development of Mathematical Thinking* (H. Ginsburg, pp. 153–196). Academic Press.

Roe, B. D., Stoodt, B. D., & Burns, P. C. (2001). *Secondary school literacy instruction: The content areas* (7th ed). Houghton Mifflin Co.

Roth, L., Nuerk, H.-C., Cramer, F., & Daroczy, G. (2025). *Can't help processing numbers with text: Eye-tracking evidence for simultaneous instead of sequential processing of text and numbers in arithmetic word problems*. PsyArXiv. https://doi.org/10.31234/osf.io/3uvt8_v2

Ryder, R. J., & Graves, M. F. (2008). *Reading and learning in content areas*. Recording for the Blind & Dyslexic.

Schell, V. J. (1982). Learning Partners: Reading and Mathematics. *The Reading Teacher*, 35(5), 544–548. JSTOR.

Schnotz, W. (2005). An Integrated Model of Text and Picture Comprehension. In R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (1st ed., pp. 49–70). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.005>

Staub, F. C., & Reusser, K. (1995). The role of presentational structures in understanding and solving mathematical word problems. In *Discourse comprehension: Essays in honor of Walter Kintsch*. (pp. 285–305). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Steklács, J. (2019). A szemkamerás vizsgálati módszer lehetőségei a pedagógiai szempontú kutatásokban. In *Szemkamerás vizsgálatok a pedagógiai kutatásokban* (pp. 5–25). Kaposvári Egyetem Pedagógiai Kar.

Stephany, S. (2021). The influence of reading comprehension on solving mathematical word problems: A situation model approach. In A. Fritz, E. Gürsoy, & M. Herzog (Eds.), *Diversity Dimensions in Mathematics and Language Learning* (pp. 370–395). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110661941-019>

Stern, E., & Lehrndorfer, A. (1992). The role of situational context in solving word problems. *Cognitive Development*, 7(2), 259–268. [https://doi.org/10.1016/0885-2014\(92\)90014-I](https://doi.org/10.1016/0885-2014(92)90014-I)

Strohmaier, A. R., MacKay, K. J., Obersteiner, A., & Reiss, K. M. (2020). Eye-tracking methodology in mathematics education research: A systematic literature review. *Educational Studies in Mathematics*, 104(2), 147–200. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09948-1>

Stuart, C., & Thurlow, D. (2000). Making It Their Own: Preservice Teachers' Experiences, Beliefs, and Classroom Practices. *Journal of Teacher Education*, 51(2), 113–121. <https://doi.org/10.1177/002248710005100205>

Swanson, H. L., Cooney, J. B., & Brock, S. (1993). The Influence of Working Memory and Classification Ability on Children's Word Problem Solution. *Journal of Experimental Child Psychology*, 55(3), 374–395. <https://doi.org/10.1006/jecp.1993.1021>

Tapiero, I. (2007). *Situation Models and Levels of Coherence* (0 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203810040>

Terry, P. W. (1921). The Reading Problem in Arithmetic. *Journal of Educational Psychology*, 12(7), 365–377. <https://doi.org/10.1037/h0076019>

Thevenot, C., & Barrouillet, P. (2014). Arithmetic Word Problem Solving and Mental Representations. In R. Cohen Kadosh & A. Dowker (Eds.), *The Oxford Handbook of Numerical Cognition* (1st ed., pp. 158–179). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199642342.013.043>

van der Schoot, M., Bakker Arkema, A. H., Horsley, T. M., & van Lieshout, E. C. D. M. (2009). The consistency effect depends on markedness in less successful but not successful problem solvers: An eye movement study in primary school children. *Contemporary Educational Psychology*, 34(1), 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.07.002>

Van Dooren, W., & Inglis, M. (2015). Inhibitory control in mathematical thinking, learning and problem solving: A survey. *ZDM*, 47(5), 713–721. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0715-2>

Vanderlinde, L. F. (1964). Does the Study of Quantitative Vocabulary Improve Problem-Solving? *The Elementary School Journal*, 65(3), 143–152. JSTOR.

Verschaffel, L., & De Corte, E. (1993). A decade of research on word problem solving in Leuven: Theoretical, methodological, and practical outcomes. *Educational Psychology Review*, 5(3), 239–256. <https://doi.org/10.1007/BF01323046>

Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2000). Making Sense of Word Problems. *Educational Studies in Mathematics*, 42(2), 211–213. <https://doi.org/10.1023/A:1004190927303>

Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J., & Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: A survey. *ZDM*, 52(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01130-4>

Vessonen, T., Dahlberg, M., Hellstrand, H., Widlund, A., Söderberg, P., Korhonen, J., Aunio, P., & Laine, A. (2025). Individual characteristics associated with elementary school children's mathematical word problem-solving skills: A systematic review and meta-analysis. *Review of Education*, 13(1), e70045. <https://doi.org/10.1002/rev3.70045>

Vicente, S., Orrantia, J., & Verschaffel, L. (2008). Influence of mathematical and situational knowledge on arithmetic word problem solving: Textual and graphical aids. *Infancia Y Aprendizaje*, 31(4), 463–483. <https://doi.org/10.1174/021037008786140959>

Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, 28(4), 409–426. <https://doi.org/10.1080/01443410701708228>

Wu, C.-J., Liu, C.-Y., Yang, C.-H., & Jian, Y.-C. (2021). Eye-movements reveal children's deliberative thinking and predict performance on arithmetic word problems. *European Journal of Psychology of Education*, 36(1), 91–108. <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00461-w>

Yeatts, K. L. (1991). *Manipulatives: Motivating Mathematics*. Dade Public Education Fund. <https://eric.ed.gov/?id=ED355097>