

Aprendizagem conceitual e procedimental de inequações do 1º grau no contexto do ensino via resolução de problemas

Wilian Barbosa Travassos

Universidade Estadual do Norte do Paraná

Maringá, PR — Brasil

✉ wilian.travassos@uenp.edu.br

ORCID [0000-0003-1693-8899](https://orcid.org/0000-0003-1693-8899)

Marcelo Carlos de Proença

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, PR — Brasil

✉ mcprouca@uem.br

ORCID [0000-0002-6496-4912](https://orcid.org/0000-0002-6496-4912)



2238-0345 

10.37001/ripen.v16i2.4835 

Recebido • 05/03/2026

Aprovado • 04/07/2026

Publicado • 28/08/2026

Editoria • Edvoneete Souza de Alencar 

Veridiana Rezende 

Resumo: Esta pesquisa teve como objetivo analisar a aprendizagem conceitual e procedimental de inequações de 1º grau de 26 alunos de uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental, utilizando uma sequência didática baseada na abordagem de ensino via Resolução de Problemas. A sequência didática foi estruturada em quatro etapas: uso do problema como ponto de partida, formação do conceito, definição do conteúdo e aplicação em novos problemas, avaliando o desempenho dos alunos por meio de um Pós-teste e um Pós-teste Postergado (após 108 dias). A análise baseou-se nas etapas de representação, planejamento, execução e monitoramento. Os resultados revelaram que o conhecimento procedimental é estável, enquanto o conceitual é frágil, marcado pela dificuldade em compreender inequações como um conjunto de soluções em vez de resultados únicos. Conclui-se que, embora a resolução de problemas favoreça o desenvolvimento do conhecimento conceitual, é preciso reforçar as etapas de representação e o monitoramento para consolidá-lo.

Palavras-chave: Educação Básica. Ensino de Matemática. Formação do Conceito.

Conceptual and procedural learning of first-degree inequalities in the context of teaching via problem solving

Abstract: This research aimed to analyze the conceptual and procedural learning of first-degree inequalities by 26 students in a 7th-grade class of elementary school, using a didactic sequence based on the teaching via problem-solving approach. The didactic sequence was structured in four stages: use of the problem as a starting point, concept formation, content definition, and application to new problems, evaluating student performance through a post-test and a postponed post-test (after 108 days). The analysis is based on the stages of representation, planning, execution, and monitoring. The results revealed that procedural knowledge is stable, while conceptual knowledge is fragile, marked by difficulty in understanding inequalities as a set of solutions rather than unique results. It is concluded that, although problem-solving favors the development of conceptual knowledge, it is necessary to reinforce the stages of representation and monitoring to consolidate it.

Keywords: Basic Education. Mathematics Teaching. Concept Formation.

Aprendizaje conceptual y procedimental de desigualdades de primer grado en el contexto de la enseñanza de resolución de problemas

Resumen: Esta investigación tuvo como objetivo analizar el aprendizaje conceptual y procedimental de desigualdades de primer grado por 26 estudiantes en una clase de 7º grado de

escuela primaria, utilizando una secuencia didáctica basada en el enfoque de enseñanza de Resolución de Problemas. La secuencia didáctica se estructuró en cuatro etapas: uso del problema como punto de partida, formación de conceptos, definición de contenido y aplicación a nuevos problemas, evaluando el desempeño de los estudiantes a través de un Post-test y un Post-test Pospuesto (después de 108 días). El análisis se basa en las etapas de representación, planificación, ejecución y seguimiento. Los resultados revelaron que el conocimiento procedimental es estable, mientras que el conocimiento conceptual es frágil, marcado por la dificultad de comprender las desigualdades como un conjunto de soluciones en lugar de resultados únicos. Se concluye que, si bien la resolución de problemas favorece el desarrollo del conocimiento conceptual, es necesario reforzar las etapas de representación y seguimiento para consolidarlo.

Palabras clave: Educación básica. Enseñanza de las Matemáticas. Formación de Conceptos.

1 Introdução

O ensino de inequações de 1º grau é fundamental na transição do pensamento aritmético para o algébrico (Brasil, 1998), indo além da manipulação algorítmica ao modelar situações reais. Diferente das equações, as inequações introduzem conceitos de conjuntos e intervalos, exigindo abstração para compreender a variabilidade de grandezas.

Essa perspectiva desenvolve o pensamento relacional e a tomada de decisão em contextos como orçamentos e limites físicos, entre outros. Alinhado às diretrizes curriculares (Brasil, 1998, 2018), o domínio das desigualdades permite investigar fenômenos com múltiplos resultados, preparando o aluno para o estudo de funções. Assim, a contextualização do tema facilita o aprendizado e fomenta a alfabetização científica necessária para uma atuação cidadã crítica (Brasil, 2018).

Todavia, apesar dessa relevância pedagógica e social, a implementação prática desse ensino revela um cenário complexo. A aprendizagem do conceito de inequação é marcada por obstáculos que persistem desde o Ensino Fundamental até o Ensino Superior, conforme apontado por diversas pesquisas científicas. Podemos categorizá-los em três frentes principais: conceituais, de representação (semânticas) e procedimentais.

1 – Dificuldades conceituais: Alunos frequentemente aplicam propriedades de igualdade em contextos de desigualdade por não distinguirem os objetos (Tsamir & Almog, 2001; Palupi, Sumarto & Purbaningrum, 2022). Há uma confusão persistente entre incógnita e variável, levando à crença de que a inequação possui solução única em vez de um intervalo de valores (Blanco & Garrote, 2007).

2 - Dificuldades de representação e conhecimento semântico: A transição da linguagem natural para a algébrica é um ponto crítico (Conceição Junior, 2011; Frizzarini, 2014). Alunos falham ao traduzir termos como "no máximo" ou "pelo menos" para os símbolos corretos ($\leq, \geq$), tornando a representação a maior barreira na resolução de problemas (Proença, Maia-Afonso, Mendes & Travassos, 2022). Sobre tudo, Queiroz (2021) assim como Travassos (2023) relatam casos em que os alunos utilizaram o símbolo de menor ($<$) em vez de menor ou igual ($\leq$) por não compreenderem a abrangência do termo no enunciado.

3 - Dificuldades procedimentais e manipulação algébrica: mesmo quando o conceito é compreendido, a execução do algoritmo envolvido (tratamento algébrico) falha com frequência. Uma falha persistente é não inverter o sentido da desigualdade ao multiplicar ou dividir a expressão por um número negativo. Esse erro é destacado por El-Khateeb (2016) e Booth, Barbieri, Eyer e Paré-Blagoev (2014). Pesquisas apresentam também dificuldades dos alunos com operações elementares, frações e a manipulação de variáveis negativas como fatores que

impedem a chegada à solução correta (Çiltaş & Tatar, 2011; Travassos, 2023), o que ocorre até mesmo em estudantes de graduação, do curso de Licenciatura em Matemática (Melo, 2007; Souza, 2008; Magalhães, 2013; Bicer, R. Capraro & M. Capraro, 2014; Travassos & Rezende, 2017; Travassos, 2018), sugerindo que esses equívocos podem ser transmitidos de professores para alunos, perpetuando o ciclo de dificuldades.

Nesse panorama das dificuldades dos alunos, o papel do ensino é importante, sendo que a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018) propõe a resolução de problemas para o desenvolvimento de competências. Assim, este artigo (derivado de tese de doutorado) utiliza o ensino via resolução de problemas visando não apenas a capacidade técnica de resolver problemas, mas, primordialmente, a construção de conceitos matemáticos.

Na tese desenvolvida, identificamos que a maioria das pesquisas brasileiras concentra-se na identificação de erros ou em abordagens tradicionais, havendo poucas propostas que utilizem a resolução de problemas como via para a formação do conceito e não apenas como aplicação de fórmulas ou validação da aprendizagem (Travassos, 2023). Adicionalmente, nota-se uma escassez de trabalhos que analisam a aprendizagem conceitual por meio de análise postergada após uma intervenção pedagógica estruturada.

Nesse contexto, o ensino do conteúdo específico de inequações polinomiais de 1º grau enfrenta desafios que demandam estratégias pedagógicas capazes de assegurar a apreensão conceitual. Para superar tais barreiras, defende-se o ensino via Resolução de Problemas, que utiliza a situação contextualizada como ponto de partida para a construção do conhecimento. A estratégia pedagógica de ensino que adotamos é a proposta de Proença (2021), organizada em quatro etapas fundamentais: o uso do problema como ponto de partida; formação do conceito; definição do conteúdo; e, por fim, aplicação em novos problemas. Trata-se de uma proposta de organização do ensino via resolução de problemas, a qual enfatiza o trabalho para a aprendizagem dos alunos sobre os conhecimentos conceitual e procedimental de inequações.

Assim, temos como objetivo analisar a aprendizagem conceitual e procedimental de inequações polinomiais de 1º grau de alunos de uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental, no contexto de uma sequência didática fundamentada em uma proposta de organização do ensino via resolução de problemas. Para atingir esse objetivo, estruturamos o artigo para apresentar a fundamentação teórica, depois a metodologia e os resultados e discussões e, por fim, tecemos a conclusão.

2 Resolução de Problemas: fundamentos sobre seu campo teórico

O conceito de problema matemático varia entre perspectivas teóricas, mas converge para a ideia de uma situação nova que exige atividade mental intensa ante a ausência de um caminho imediato para a solução (Resnick & Glaser, 1975; Krulik & Rudnik, 1980; Silver, 1985; Echeverría, 1998). Diferente de uma "tarefa de recordação" (Sternberg, 2008), o problema é subjetivo e depende do conhecimento prévio do aluno (Dante, 2009). Assim, adota-se a definição de Proença (2018). Segundo o autor,

[...] uma situação de Matemática se torna um problema quando a pessoa precisa mobilizar conceitos, princípios e procedimentos matemáticos aprendidos anteriormente para chegar a uma resposta. Não se trata, assim, do uso direto de uma fórmula ou regra conhecidas – quando isso ocorre, a situação tende a se configurar como um exercício (Proença, 2018, p.17-18).

Essa conceitualização/definição de problema implica justamente na forma que o pensamento passa ao resolver um problema. O processo de resolução de problemas

matemáticos exige a mobilização de diversos recursos cognitivos e a superação de obstáculos que não possuem um caminho de solução imediato. Autores como Pólya (1957), Sternberg (2012), Mayer (1992) e Proença (2018) apontam etapas ou fases que a pessoa passa ao resolver um problema, que caminha da compreensão, de apresentar uma estratégia, de executá-la e de monitorar a resposta e a resolução seguida, de modo que isso envolve conhecimentos matemáticos (conceituais e procedimentais) e até mesmo conhecimentos de cunho linguístico. Além disso, também tem influência no desempenho do aluno fatores como o controle (decisões executivas), as crenças sobre a matemática, o afeto (emoções e atitudes) e o contexto social no qual o indivíduo está inserido (Lester, 1987).

Para fundamentar a prática em sala de aula, Proença (2018) sintetiza o ato de resolver problemas em quatro etapas fundamentais: a representação, o planejamento, a execução e o monitoramento. Na etapa de representação, o aluno constrói uma compreensão mental do problema ao mobilizar conhecimentos linguísticos (referente aos termos/palavras da língua materna que influenciam a compreensão), semânticos (referente aos termos matemáticos) e esquemáticos (referente ao tipo de conteúdo base do problema, a sua essência) para interpretar a estrutura formal do enunciado. No planejamento, o solucionador utiliza seu conhecimento estratégico (tipos de estratégias: tentativa erro, diagrama, equação, desenho etc.) para traçar um caminho ou estratégia que conecte os dados organizados à solução desejada. A etapa de execução é o momento em que os cálculos e procedimentos matemáticos são efetivamente realizados, revelando o conhecimento procedimental do aluno. Por fim, o monitoramento consiste em verificar se a resposta obtida é coerente com o contexto real e as condições impostas pela situação de matemática, bem como verificar se o processo seguido é coerente.

Nesse sentido, tratar de resolução de problemas justifica-se, dentre outros pontos, por mudar a dinâmica da sala de aula, considerando: (i) *o protagonismo do aluno*, que deixa a passividade para construir ativamente seu conhecimento; (ii) *desenvolvimento de habilidades cognitivas*, estimulando o pensamento crítico através da interação e prática; e (iii) *diálogo e reflexão*, permitindo que o professor atue como mediador que incentiva a reflexão sobre o próprio raciocínio (Lester & Cai, 2016).

2.1 Abordagens de ensino de Resolução de Problemas

A Resolução de Problemas no ensino de Matemática consolidou-se como um campo fundamental a partir da década de 1980, quando o National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (1989) a estabeleceu como o foco central dos currículos escolares. Para sistematizar a prática pedagógica nessa área, Schroeder e Lester (1989) formalizaram três abordagens distintas: o ensino *sobre*, *para* e *via* resolução de problemas.

A abordagem de ensinar *sobre* resolução de problemas concentra-se no processo e nos modelos de resolução em si, sendo fortemente influenciada pelo trabalho de George Pólya (Pólya, 1957), que divide o ato de resolver em quatro fases: compreensão do problema, elaboração de um plano, execução e retrospecto (ou olhar para trás). Nesse modelo, o professor ensina explicitamente estratégias heurísticas, como a busca de padrões, a simplificação de dados ou o retrocesso, para que o aluno aprenda os mecanismos necessários para enfrentar qualquer desafio matemático.

Diferentemente dessa perspectiva, o ensino *para* a resolução de problemas foca na aplicação de conteúdos previamente ensinados. Nessa abordagem, o professor apresenta a teoria e os algoritmos primeiro, para que o aluno seja capaz de transferir esse conhecimento e aplicá-lo na solução de problemas rotineiros ou não rotineiros. Conforme apontam Schroeder e Lester (1989), essa visão é considerada limitada por muitos educadores, pois o problema deixa de ser um ponto de descoberta para se tornar apenas uma ferramenta de validação de conhecimentos

já adquiridos, tratando a matemática como um acúmulo de técnicas que são aplicadas após a formalização.

Por fim, a abordagem de ensinar via resolução de problemas utiliza o problema como o ponto de partida para a aprendizagem de novos conceitos. Para estruturar essa prática, Proença (2021) propõe uma organização do ensino via resolução de problemas com foco na formação conceitual, organizada em quatro etapas fundamentais:

- *1ª Etapa – uso do problema como ponto de partida:* nesta etapa inicial, uma situação de matemática que se configure como um problema é utilizada para introduzir o novo conteúdo ou conceito. O objetivo é permitir que os alunos mobilizem seus conhecimentos prévios e proponham estratégias próprias antes de qualquer formalização do conteúdo. Como base, seguimos as cinco ações da abordagem do Ensino-Aprendizagem de Matemática via Resolução de Problemas (EAMvRP) de Proença (2018): escolha do problema, introdução do problema, auxílio aos alunos durante a resolução, discussão das estratégias dos alunos, e a articulação das estratégias dos alunos ao conteúdo. Assim, o aluno vai construindo a ideia matemática do novo conteúdo por meio de suas estratégias para articular à sua forma matemática, em um processo de abstração;
- *2ª Etapa – formação do conceito:* após o contato inicial, os alunos realizam atividades para compreender as propriedades e características do conceito, permitindo sua distinção de outros objetos matemáticos. Nesta etapa, os alunos exploram exemplos e não exemplos, apresentam definições próprias (construtos mentais) e analisam variações do conceito para ampliar a compreensão;
- *3ª Etapa – definição do conteúdo:* o foco desta etapa é a definição matemática formal e a inserção do aluno na linguagem simbólico-formal. O ensino aborda tanto a entidade pública (definição formal) quanto os procedimentos algorítmicos de resolução, discutindo as estruturas estudadas anteriormente;
- *4ª Etapa – aplicação em novos problemas:* a etapa final visa à transferência da aprendizagem e à aplicação dos conhecimentos construídos em novas situações contextualizadas. Esses novos problemas devem envolver diferentes esferas (social, política, econômica) ou outras áreas do conhecimento, podendo apresentar informações incompletas ou supérfluas para desafiar a compreensão e interpretação dos alunos. Essa organização propicia que o ensino promova uma compreensão conceitual em vez de uma instrução meramente processual e mecânica.

Proença (2018, 2021) reforça que essa organização de ensino transforma o papel do aluno em participante ativo na criação do conhecimento, exigindo que ele mobilize conceitos e princípios aprendidos anteriormente para desenvolver estratégias próprias, sobretudo, a construção pelo aluno do conhecimento conceitual, do conhecimento procedimental e a transferência desses conhecimentos à resolução de problemas.

3 Metodologia

O presente estudo assume uma natureza qualitativa, fundamentando-se nos pressupostos da pesquisa pedagógica (Lankshear & Knobel, 2008), na qual o pesquisador atua como professor-pesquisador dentro do ambiente da sala de aula para compreender o processo educativo. Os participantes da pesquisa foram 26 alunos de uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública estadual do norte do Paraná. Para a realização das atividades, os alunos foram organizados em oito grupos, variando de um a cinco integrantes cada, visando favorecer a troca de conhecimentos e discussões. O contexto do estudo foi marcado pelo período pós-pandemia da COVID-19, momento em que o sistema educacional transitava do Ensino Remoto Emergencial para o retorno presencial (Hodges, Moore, Lockee & Bond, 2020), o que exigiu uma adaptação das práticas pedagógicas e um olhar atento às subjetividades e defasagens do grupo.

Na intervenção pedagógica, foi implementada uma sequência didática para o ensino de inequações polinomiais de 1º grau, cuja estrutura fundamentou-se na proposta de Proença (2021) de organização do ensino via resolução de problemas com foco na formação de conceitos matemáticos, e articulada às ações do Ensino-Aprendizagem de Matemática via Resolução de Problemas (EAMvRP) (Proença, 2018).

O percurso de ensino foi organizado em quatro etapas interdependentes, conforme detalhado a seguir: a 1ª Etapa utilizou o problema como ponto de partida para introduzir o conteúdo de inequações sem formalização prévia; a 2ª Etapa focou na formação do conceito por meio da exploração de exemplos e não exemplos; a 3ª Etapa destinou-se à definição do conteúdo, abordando a linguagem simbólico-formal e os algoritmos de resolução de inequações; e a 4ª Etapa consistiu na aplicação dos conhecimentos construídos na resolução de novos problemas contextualizados, promovendo assim a validação da aprendizagem. O Quadro 1 a seguir sintetiza as ações pedagógicas realizadas e as oportunidades de pensamento mobilizadas pelos alunos em cada uma dessas etapas.

Quadro 1: Organização do ensino e ações pedagógicas

Etapas	Descrição Pedagógica (trabalhado, observado e auxiliado)	Oportunidades de pensamento sobre inequação
1. Uso problema como ponto de partida	Utilização de duas situações contextualizadas de matemática para introduzir o conteúdo sem formalização prévia. O pesquisador atuou como mediador, incentivando os grupos a utilizarem conhecimentos prévios (aritmética e equações).	Mobilização de estratégias próprias; percepção inicial de que em alguns problemas não existe apenas uma resposta correta (ideia de intervalo/conjunto solução).
2. Formação do conceito	Uso de exemplos e não exemplos para diferenciar inequação de equação. Auxílio na interpretação de termos específicos, como ‘não ultrapassar’ utilizando exemplos visuais (uma corrida em uma pista olímpica).	Distinção das propriedades do conceito; compreensão semântica de léxicos específicos que indicam desigualdade ($<$, $>$, $\leq$, $\geq$).
3. Definição do conteúdo	Formalização da definição de inequação como sentença matemática de desigualdade; diferenciação de incógnita e variável; trabalho com foco na representação dos enunciados dos problemas para a linguagem algébrica e utilização correta das regras operatórias e princípios aditivo/multiplicativo no processo de resolução.	Inserção na linguagem simbólico-formal; entendimento de que multiplicar/dividir por número negativo inverte o sinal da desigualdade.
4. Aplicação em novos problemas	Transferência da aprendizagem para cinco problemas inéditos com contextos sociais e econômicos. O pesquisador auxiliou na gestão de informações e na superação de bloqueios interpretativos.	Mobilização das etapas de resolução (representação, planejamento, execução e monitoramento); ressignificação do conceito em contextos variados e aprimoramento dos conhecimentos linguístico, semântico, esquemático, estratégico e procedimental na resolução de problemas de inequações.

Fonte: Elaborado pelos autores

A organização do ensino nestas quatro etapas permitiu que a aprendizagem passasse de

uma mera aplicação mecânica de algoritmos para focar na construção progressiva dos conhecimentos conceitual e procedimental dos alunos no que se refere às inequações de 1º grau. Ao utilizar o problema como ponto de partida e explorar de maneira organizada o confronto entre exemplos e não exemplos, os alunos foram incentivados a agir como participantes ativos na criação do conhecimento, desenvolvendo autonomia e reflexão crítica sobre as propriedades das inequações. Essa base pedagógica foi fundamental para que os alunos pudessem ressignificar o conceito matemático diante de diferentes contextos, preparando-os para as etapas de resolução de novos problemas, que serão analisadas na seção de resultados deste estudo. Na intervenção pedagógica, a coleta de dados foi estruturada em dois momentos principais: a sequência didática e o processo avaliativo (Pós-teste e Pós-teste Postergado).

O 1º Momento, dedicado à implementação da sequência didática, compreendeu 12 horas-aula, distribuídas ao longo de sete dias. Quanto aos registros escritos, solicitou-se que cada grupo entregasse apenas uma folha de respostas oficial (fruto do consenso ou debate coletivo), enquanto as demais foram utilizadas para rascunhos. Para capturar as interações, foram utilizados nove gravadores de áudio: oito fixos junto aos grupos e um com o pesquisador, totalizando cerca de 90 horas de gravação, permitindo assim o registro integral das trocas dialógicas entre os alunos e das mediações docentes. Como medida de controle de qualidade e fidedignidade, as folhas de registro eram recolhidas ao final de cada aula, evitando alterações externas ou consultas quando os alunos iam para casa.

O 2º Momento abrangeu os processos avaliativos, compostos por dois instrumentos: (i) Pós-teste: aplicado logo após a sequência didática, visou verificar a aprendizagem dos alunos sobre seus conhecimentos mobilizados. Conforme sustentam Creswell (2009) e Fraenkel e Wallen (2011), o pós-teste é fundamental para medir se o tratamento (neste caso, a abordagem de ensino) resultou em mudanças no desempenho ou na compreensão dos participantes; (ii) Pós-teste Postergado: realizado 108 dias após o primeiro teste, teve como objetivo verificar a estabilidade do conhecimento. Segundo Moreira (2011), a análise postergada é essencial para distinguir entre a aprendizagem mecânica e a significativa, sendo a retenção em longo prazo um indicador de que houve a integração de novos conceitos à estrutura cognitiva do aluno, ou seja, se houve compreensão conceitual (bem como a compreensão procedimental) de inequações.

O Quadro 2 a seguir organiza os momentos da pesquisa com os instrumentos utilizados e os procedimentos de coleta dos dados.

Quadro 2: Momentos da Pesquisa, instrumentos e procedimentos de coleta

Momento (Etapa)	Instrumentos de coleta	Procedimento de Coleta
1º Momento: Sequência Didática (Etapas 1 a 4)	Registros escritos e nove gravadores de áudio.	Coleta diária das folhas de registro dos grupos para evitar alterações externas. Gravação contínua das aulas para capturar raciocínios e mediações.
2º Momento: Pós-teste	Atividades escritas individuais (cinco situações de matemática e quatro exercícios).	Aplicação individual, sem consulta ou auxílio, focada na validação da aprendizagem após a intervenção.
2º Momento: Pós-teste Postergado (108 dias após o Pós-teste)	Mesmas atividades do Pós-teste.	Aplicação individual após intervalo de 108 dias. Uso de folhas separadas (primeiro os problemas, e exercícios depois) para evitar indução algébrica.

Fonte: Elaborado pelos autores

Neste artigo, nosso foco é no 2º momento, buscando revelar as aprendizagens conceitual e procedimental, mas tomando como base apenas as situações de matemática (possíveis problemas). No uso dos pós-testes, adotou-se a estratégia de entrega das atividades em folhas separadas. Inicialmente, os alunos resolviam as situações de matemática (problemas contextualizados) e, somente após a conclusão destas, recebiam os exercícios algébricos. Essa separação visou impedir que a visualização prévia de símbolos nos exercícios induzisse os alunos a utilizarem conceitos da álgebra para resolução dos problemas. Dessa forma, foi possível observar se a mobilização do conceito de inequação ocorreria de forma espontânea e fundamentada na estrutura lógica da situação apresentada.

Com isso, selecionamos três das cinco situações de matemática que compuseram o instrumento avaliativo. A decisão de desconsiderar as demais pautou-se em critérios técnicos de validação: uma das situações apresentou ambiguidades na interpretação por parte dos alunos, o que poderia comprometer a fidedignidade dos resultados, enquanto a outra possuía uma estrutura envolvendo o conceito de equação, o que estaria fora do objetivo desta pesquisa que é o conhecimento conceitual de desigualdades/inequações. Assim, os dados concentram-se nas resoluções das três situações apresentadas a seguir, denominadas SM1 (Situação de Matemática 1), SM2 (Situação de Matemática 2) e SM3 (Situação de Matemática 3):

SM1) Com os descontos da Black Friday, Moacir, que é dono de uma livraria, já havia vendido R\$ 850,00 em livros, até o meio dia. Após o meio dia, a fim de “queimar o estoque”, Moacir decidiu vender qualquer livro por R\$ 10,00. No final do dia, seu caixa estava com um valor maior que R\$ 2300,00. Quantos livros Moacir vendeu após o meio dia? (Travassos, 2023, p. 132).

SM2) Maria Helena pretende ir a um determinado Shopping Center de Maringá comprar alguns enfeites de natal para sua casa. O seu orçamento é composto da seguinte forma: R\$ 50,00 com luzes, mais R\$ 30,00 com objetos de decoração e mais uma certa quantia de dinheiro com a árvore de natal, de modo que o total não ultrapasse o valor de R\$ 220,00. Determine o preço que Maria Helena poderá pagar na árvore de natal. (Travassos, 2023, p. 132).

SM3) Devido à pandemia da COVID-19, um dos setores que foi prejudicado nesse período foi o setor do varejo, como por exemplo, lojas de roupas, calçados, produtos de beleza, itens de decoração etc. Nadiny, que é vendedora de Chocotones artesanais, decidiu criar um perfil na rede social Instagram para vender seus produtos por lá, com entregas via delivery, visto que o Lockdown proibiu Nadiny de abrir seu comércio físico. Sabendo que Nadiny ganha R\$ 22,00 a cada Chocotone vendido, quantos Chocotones Nadiny precisa vender de modo que obtenha no mínimo R\$ 770,00 que são os custos de entrega e divulgação no Instagram? (Travassos, 2023, p. 132).

A resolução dessas situações de matemática não se limita à aplicação mecânica de algoritmos, ela requer que o aluno transite por diferentes níveis de processamento cognitivo. Fundamentando-se nos pressupostos de Mayer (1992) e Proença (2018), a eficácia na resolução de uma inequação depende da mobilização coordenada de conhecimentos que vão desde a compreensão/interpretação da linguagem natural até a validação final do resultado.

Dessa forma, cada uma das situações propostas (SM1, SM2 e SM3) exige que o aluno acione conhecimentos específicos para compreender/interpretar o enunciado (conhecimentos linguístico e semântico), estruturar um plano de ação (conhecimentos esquemático e estratégico) e realizar as operações necessárias (conhecimento procedimental). Além disso, a

natureza das desigualdades impõe um rigor adicional na etapa de monitoramento, visto que o resultado deve ser interpretado não como um valor fixo, mas como um intervalo de possibilidades. O Quadro 3 a seguir detalha a integração desses conhecimentos em cada um dos problemas analisados.

Quadro 3: Mobilização de conhecimentos nas Situações de Matemática (SM)

Conhecimento / Processo	SM1 (Moacir - Livros)	SM2 (Maria Helena - Árvore)	SM3 (Nadiny - Chocotones)
Linguístico	interpretar termos como "já havia vendido" (valor fixo), "por R\$ 10,00" (taxa variável) e "valor maior que".	Identificar os valores fixos (luzes e objetos); o valor a descobrir para a árvore; e a interpretar a expressão "não ultrapasse".	Compreender o ganho unitário (R\$ 22,00) e a expressão de meta "no mínimo".
Semântico	Relacionar o preço unitário à quantidade de livros e entender que o total é a soma do fixo com o variável, e que o total não pode ser menor ou igual.	Compreender os valores fixos e a variável como uma sentença matemática na relação de teto orçamentário: a soma de todos os gastos deve ser menor ou igual ao limite.	Estabelecer a relação de proporcionalidade entre vendas e custos para atingir a viabilidade financeira, trabalhando com o conceito de maior/igual ($\geq$)
Esquemático	Reconhecer o esquema de limite inferior aberto ($ax + b > c$), onde o valor final deve superar o alvo.	Reconhecer o esquema de limite superior fechado ($a + b + x \leq c$), focado em restrição de gastos.	Reconhecer o esquema de viabilidade mínima ($ax \geq c$).
Estratégico	Planejar a subtração do valor fixo (2300 - 850) e a posterior divisão pelo valor unitário (1450/10).	Planejar a soma dos valores conhecidos (50 + 30) e subtrair do total disponível (220 - 80).	Planejar a divisão direta do custo total pelo lucro unitário ($770 \div 22$).
Procedimental	Executar as operações aritméticas ou manipular a inequação: $850 + 10x > 2300$	Executar a soma e a subtração: $x \leq 220 - 80$, resultando no valor máximo possível.	Executar a divisão de 770 por 22 para encontrar o ponto crítico da meta.
Monitoramento	Validar se a resposta é um número inteiro maior que 145 (ex.: 146 livros), pois 145 daria exatamente 2300.	Verificar se o preço encontrado permite pagar as outras contas sem exceder os 220 reais disponíveis.	Confirmar se a quantidade de Chocotones atende à meta de "no mínimo", garantindo o pagamento dos custos.

Fonte: Elaborado pelos autores

Para analisar os dados coletados, seguimos os pressupostos da Análise de Conteúdo (AC), de Bardin (2016), o qual se organiza em três fases: a pré-análise; a exploração do material; e o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. Na pré-análise, trata-se da escolha dos materiais, em que selecionamos os três problemas e definimos a quantidade como indicador para as categorias. Na fase de exploração do material, as unidades de registro

extraídas das resoluções dos alunos foram organizadas em um sistema de categorias *a priori*, que correspondem às etapas de resolução de problemas de Proença (2018). Essas categorias funcionam como a estrutura de análise para identificar a mobilização dos conhecimentos conceituais e conhecimentos procedimentais. A investigação detalhada de cada categoria ocorre da seguinte forma:

- i. **Representação:** Nesta categoria, avalia-se a capacidade do aluno em realizar a tradução da língua natural para as linguagens algébrica ou aritmética. O foco recai sobre o conhecimento conceitual, observando se o aluno identifica os elementos numéricos e, sobretudo, a condição de desigualdade do problema, estruturando uma representação que respeite a semântica do enunciado.
- ii. **Planejamento:** Analisa-se a escolha da estratégia e sua coerência lógica. Aqui, verifica-se se o aluno mobiliza o conhecimento esquemático para traçar um caminho resolutivo que leve à solução, optando por métodos algébricos ou aritméticos que façam sentido para a natureza da inequação.
- iii. **Execução:** Foca-se no tratamento matemático e no conhecimento procedimental. Avalia-se o domínio da técnica, como a aplicação dos princípios aditivos e multiplicativos, as operações básicas e a manipulação dos símbolos matemáticos.
- iv. **Monitoramento:** Esta categoria verifica a validação da resposta. É o ponto onde o conhecimento conceitual é mais exigido, pois o aluno deve analisar a plausibilidade do resultado frente ao contexto, distinguindo, por exemplo, o valor crítico da solução real em um intervalo de desigualdade.

Dessa forma, na fase de tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação, os resultados apresentados na seção subsequente utilizam esses critérios para quantificar as frequências de acertos, erros e omissões. Os quadros analíticos expõem as categorias e as quantidades obtidas com base nas unidades de registro observadas nas resoluções, permitindo a inferência da dimensão do conhecimento (conceitual e procedimental) em que as dificuldades dos alunos se manifestaram com maior incidência.

4 Análise e discussão dos resultados

A análise comparativa entre os desempenhos observados no Pós-teste (PT) e no Pós-teste Postergado (PTP) nas três situações de matemática (SM1, SM2 e SM3) é mostrada no Quadro 4 a seguir que sintetiza os acertos e erros dos alunos em cada etapa de resolução de problemas.

Quadro 4: Síntese de acertos e erros do Pós-teste e Pós-teste Postergado

Situação de Matemática 1 (n=10)				
Etapas	Pós-teste		Pós-teste Postergado	
	Acerto	Erro	Acerto	Erro
Representação	7	3	1	9
Planejamento	10	0	5	5
Execução	8	2	8	2
Monitoramento	0	10	0	10
Situação de Matemática 2 (n=8)				
Etapas	Pós-teste		Pós-teste Postergado	
	Acerto	Erro	Acerto	Erro
Representação	5	3	1	7
Planejamento	8	0	8	0
Execução	7	1	8	0

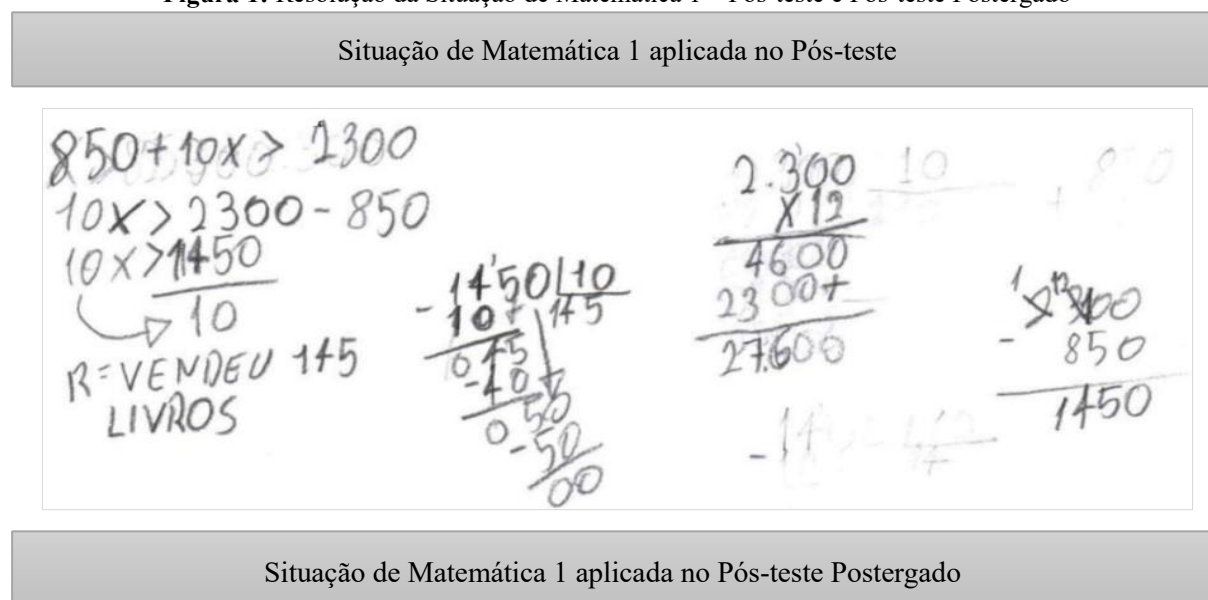
Monitoramento	3	5	1	7
Situação de Matemática 3 (n=7)				
Etapas	Pós-teste		Pós-teste Postergado	
	Acerto	Erro	Acerto	Erro
Representação	3	4	1	6
Planejamento	6	1	6	1
Execução	5	2	4	3
Monitoramento	0	7	2	5

Fonte: Elaborado pelos autores

Etapas de Representação – um dos dados quantitativos mais expressivo desta investigação é a queda no uso da representação algébrica formal: Na SM1, o índice caiu de 7 acertos para apenas 1; na SM2, de 5 para 1, e na SM3, de 3 para 1. Isso indica que, sem a intervenção imediata, os alunos perderam a capacidade de traduzir a língua natural para o registro algébrico.

A Figura 1 exemplifica, apresentando a resolução de um dos alunos ao resolver a mesma SM1 no Pós-teste e no Pós-teste Postergado.

Figura 1: Resolução da Situação de Matemática 1 – Pós-teste e Pós-teste Postergado



Fonte: Acervo de Travassos (2023)

No Pós-teste (PT), o aluno mobiliza corretamente a representação algébrica formal ($850 + 10x > 2300$). Isso indica que, imediatamente após a sequência didática, os conhecimentos

linguístico e semântico atuaram de maneira eficiente no processo de identificação e interpretação dos dados, organizando-os em uma estrutura coerente (conhecimento esquemático). Já no Pós-teste Postergado (PTP), observa-se que o mesmo aluno, ao resolver o mesmo problema após o distanciamento temporal da sequência didática, deixa de utilizar os recursos formais da álgebra.

Embora a representação algébrica tenha sido substituída por estratégias de cunho puramente aritmético, é fundamental destacar que a lógica operacional permanece preservada. O aluno executa a sequência de operações ($2300 - 850$ e, posteriormente, a divisão por 10) de maneira a espelhar os princípios aditivos e multiplicativos que regem a resolução de uma inequação. Sob a ótica de Proença (2018), esse fenômeno sugere que o conhecimento estratégico se mostrou mais propício à mobilização do que o conhecimento semântico específico da álgebra.

No nosso entendimento, essa migração para a aritmética revela que, apesar do desgaste do rigor simbólico, a compreensão da relação de dependência entre as grandezas foi consolidada; o aluno reajusta sua estratégia para um campo numérico onde se sente mais seguro sem a mediação docente imediata. Entretanto, essa simplificação estratégica traz consigo um risco identificado na etapa de Monitoramento, e que será analisado posteriormente.

De modo geral, nota-se que na ausência da compreensão matemática de termos específicos do conceito de inequação (conhecimento semântico), os alunos optam por trabalhar com estratégias aritméticas de solução. Isso ocorreu em 90% das resoluções da SM1, 87,5% das resoluções da SM2 e 85,7% das resoluções da SM3, considerando a passagem do PT para PTP, o que nos leva a conjecturar que o fator tempo influenciou na pouca mobilização do conhecimento semântico para resolução de problemas de inequações.

Estes resultados são corroborados pelas pesquisas de Traldi Junior (2002), Blanco e Garrote (2007), Frizzarini (2014) e Queiroz (2021), que também relatam a resistência dos alunos em utilizarem a representação algébrica de uma inequação para resolver problemas, optando frequentemente por métodos aritméticos ou pelo uso indevido do conceito de equação. No nosso caso, essa resistência foi mais evidente no PTP.

Etapa de planejamento – dentro do referencial de Proença (2018, 2021), é o momento em que o aluno estabelece uma estratégia para resolver o problema, mobilizando conhecimentos prévios para traçar um caminho para obter a resposta. Ao analisar os dados das situações SM1, SM2 e SM3 no Quadro 4, podemos observar uma transição significativa no comportamento estratégico dos alunos ao longo dos 108 dias. No PT, o planejamento dos alunos foi majoritariamente algébrico (dado o tipo de representação), refletindo a aplicação direta dos procedimentos ensinados. Já no PTP, observa-se uma migração para planos de resolução aritméticos. Embora possa parecer um retrocesso, essa mudança demonstra a força do conhecimento linguístico e esquemático, conforme exemplificado na Figura 2 a seguir.

Figura 2: Resolução da Situação de Matemática 3 – Pós-teste

The image shows a student's handwritten work. On the left, there is a subtraction problem: $\begin{array}{r} 770 \overline{) 22} \\ 661 \\ \hline 110 \\ - 110 \\ \hline 000 \end{array}$. To the right of the calculation, there is a handwritten note in Portuguese: "ele precisa vender 35 chocolate".

Fonte: Acervo de Travassos (2023)

Conforme observa-se na Figura 2, mesmo que o aluno não tenha representado algebricamente a SM3, o seu planejamento permaneceu coerente, porque ele reconheceu a estrutura da situação, ou seja, mobilizou os conhecimentos linguístico (interpretação) e esquemático (estruturação da situação de matemática).

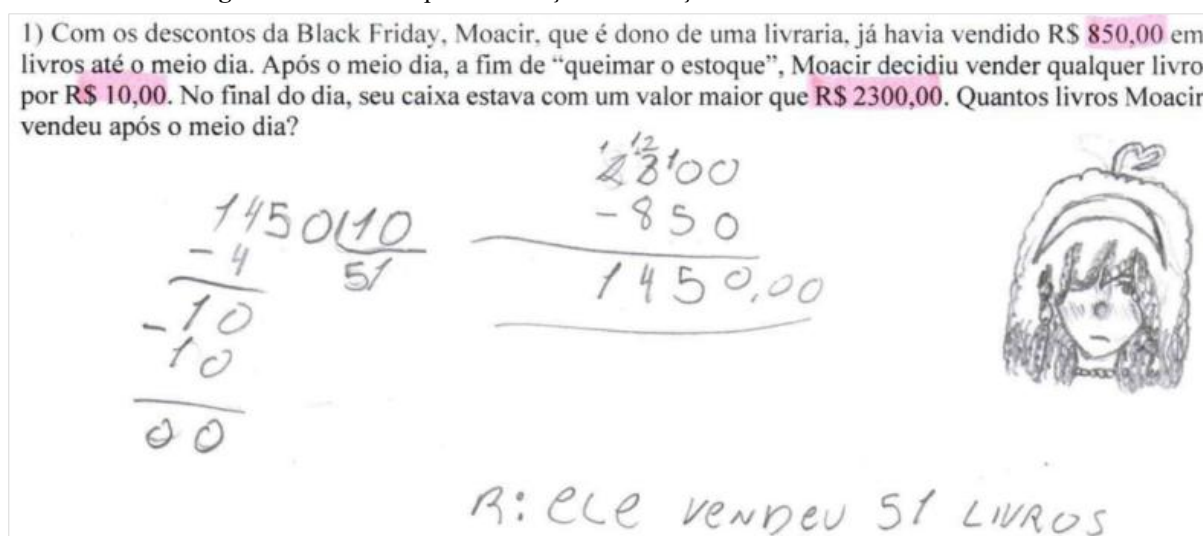
Na SM1, o plano consistia em subtrair o valor fixo e dividir pelo unitário; na SM2, em somar os gastos e subtrair do total, e na SM3, planejar a divisão direta do custo total pelo lucro. Isso evidencia que possivelmente o esquema lógico das SM foi internalizado (conhecimento linguístico e esquemático), uma vez que a taxa de acerto do PT para o PTP caiu 50% na SM1, 0% na SM2 e 0% na SM3 na etapa de planejamento, ou seja, a maioria daqueles que realizaram corretamente algum tipo de esquema de resolução no PT, realizaram corretamente também no PTP.

Etapa de execução – a etapa de execução no processo de resolução de problemas é o momento em que o aluno realiza o tratamento matemático propriamente dito, aplicando regras e algoritmos para chegar a um resultado numérico. Esta fase é sustentada prioritariamente pelo conhecimento procedimental, que envolve o domínio de cálculos matemáticos, englobando o uso correto de fórmulas e a manipulação de símbolos algébricos.

Conforme os dados do Quadro 4, a execução demonstrou ser a etapa de maior estabilidade cognitiva entre os alunos, apresentando altos índices de acerto tanto no Pós-teste quanto no Pós-teste Postergado. Na SM1, por exemplo, 80% dos alunos executaram corretamente os cálculos em ambos os momentos. Na SM2, 87,5% de acertos no PT e 100% no PTP, e na SM3, 71,4% de acertos no PT e 57,1% no PTP, o que sugere que, considerando tal amostragem, o conhecimento procedimental é mais resistente ao fator tempo do que o conhecimento conceitual.

Entretanto, quando ocorrem falhas nesta etapa, elas geralmente estão ligadas a equívocos em operações matemáticas básicas (adição/subtração/divisão/multiplicação) ou na falta de rigor com as propriedades das desigualdades (no caso de trabalhar com a representação algébrica). A seguir, é apresentado um exemplo de como um erro de execução pode se manifestar.

Figura 3: Erro na etapa de execução da Situação de Matemática 1 – Pós-teste



1) Com os descontos da Black Friday, Moacir, que é dono de uma livraria, já havia vendido R\$ 850,00 em livros até o meio dia. Após o meio dia, a fim de “queimar o estoque”, Moacir decidiu vender qualquer livro por R\$ 10,00. No final do dia, seu caixa estava com um valor maior que R\$ 2300,00. Quantos livros Moacir vendeu após o meio dia?

$$\begin{array}{r} 2300 \\ - 850 \\ \hline 1450,00 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1450,00 \\ - 10 \\ \hline 1440,00 \\ - 10 \\ \hline 1430,00 \\ - 10 \\ \hline 1420,00 \\ - 10 \\ \hline 1410,00 \\ - 10 \\ \hline 1400,00 \\ - 10 \\ \hline 1390,00 \\ - 10 \\ \hline 1380,00 \\ - 10 \\ \hline 1370,00 \\ - 10 \\ \hline 1360,00 \\ - 10 \\ \hline 1350,00 \\ - 10 \\ \hline 1340,00 \\ - 10 \\ \hline 1330,00 \\ - 10 \\ \hline 1320,00 \\ - 10 \\ \hline 1310,00 \\ - 10 \\ \hline 1300,00 \\ - 10 \\ \hline 1290,00 \\ - 10 \\ \hline 1280,00 \\ - 10 \\ \hline 1270,00 \\ - 10 \\ \hline 1260,00 \\ - 10 \\ \hline 1250,00 \\ - 10 \\ \hline 1240,00 \\ - 10 \\ \hline 1230,00 \\ - 10 \\ \hline 1220,00 \\ - 10 \\ \hline 1210,00 \\ - 10 \\ \hline 1200,00 \\ - 10 \\ \hline 1190,00 \\ - 10 \\ \hline 1180,00 \\ - 10 \\ \hline 1170,00 \\ - 10 \\ \hline 1160,00 \\ - 10 \\ \hline 1150,00 \\ - 10 \\ \hline 1140,00 \\ - 10 \\ \hline 1130,00 \\ - 10 \\ \hline 1120,00 \\ - 10 \\ \hline 1110,00 \\ - 10 \\ \hline 1100,00 \\ - 10 \\ \hline 1090,00 \\ - 10 \\ \hline 1080,00 \\ - 10 \\ \hline 1070,00 \\ - 10 \\ \hline 1060,00 \\ - 10 \\ \hline 1050,00 \\ - 10 \\ \hline 1040,00 \\ - 10 \\ \hline 1030,00 \\ - 10 \\ \hline 1020,00 \\ - 10 \\ \hline 1010,00 \\ - 10 \\ \hline 1000,00 \\ - 10 \\ \hline 990,00 \\ - 10 \\ \hline 980,00 \\ - 10 \\ \hline 970,00 \\ - 10 \\ \hline 960,00 \\ - 10 \\ \hline 950,00 \\ - 10 \\ \hline 940,00 \\ - 10 \\ \hline 930,00 \\ - 10 \\ \hline 920,00 \\ - 10 \\ \hline 910,00 \\ - 10 \\ \hline 900,00 \\ - 10 \\ \hline 890,00 \\ - 10 \\ \hline 880,00 \\ - 10 \\ \hline 870,00 \\ - 10 \\ \hline 860,00 \\ - 10 \\ \hline 850,00 \\ - 10 \\ \hline 840,00 \\ - 10 \\ \hline 830,00 \\ - 10 \\ \hline 820,00 \\ - 10 \\ \hline 810,00 \\ - 10 \\ \hline 800,00 \\ - 10 \\ \hline 790,00 \\ - 10 \\ \hline 780,00 \\ - 10 \\ \hline 770,00 \\ - 10 \\ \hline 760,00 \\ - 10 \\ \hline 750,00 \\ - 10 \\ \hline 740,00 \\ - 10 \\ \hline 730,00 \\ - 10 \\ \hline 720,00 \\ - 10 \\ \hline 710,00 \\ - 10 \\ \hline 700,00 \\ - 10 \\ \hline 690,00 \\ - 10 \\ \hline 680,00 \\ - 10 \\ \hline 670,00 \\ - 10 \\ \hline 660,00 \\ - 10 \\ \hline 650,00 \\ - 10 \\ \hline 640,00 \\ - 10 \\ \hline 630,00 \\ - 10 \\ \hline 620,00 \\ - 10 \\ \hline 610,00 \\ - 10 \\ \hline 600,00 \\ - 10 \\ \hline 590,00 \\ - 10 \\ \hline 580,00 \\ - 10 \\ \hline 570,00 \\ - 10 \\ \hline 560,00 \\ - 10 \\ \hline 550,00 \\ - 10 \\ \hline 540,00 \\ - 10 \\ \hline 530,00 \\ - 10 \\ \hline 520,00 \\ - 10 \\ \hline 510,00 \\ - 10 \\ \hline 500,00 \\ - 10 \\ \hline 490,00 \\ - 10 \\ \hline 480,00 \\ - 10 \\ \hline 470,00 \\ - 10 \\ \hline 460,00 \\ - 10 \\ \hline 450,00 \\ - 10 \\ \hline 440,00 \\ - 10 \\ \hline 430,00 \\ - 10 \\ \hline 420,00 \\ - 10 \\ \hline 410,00 \\ - 10 \\ \hline 400,00 \\ - 10 \\ \hline 390,00 \\ - 10 \\ \hline 380,00 \\ - 10 \\ \hline 370,00 \\ - 10 \\ \hline 360,00 \\ - 10 \\ \hline 350,00 \\ - 10 \\ \hline 340,00 \\ - 10 \\ \hline 330,00 \\ - 10 \\ \hline 320,00 \\ - 10 \\ \hline 310,00 \\ - 10 \\ \hline 300,00 \\ - 10 \\ \hline 290,00 \\ - 10 \\ \hline 280,00 \\ - 10 \\ \hline 270,00 \\ - 10 \\ \hline 260,00 \\ - 10 \\ \hline 250,00 \\ - 10 \\ \hline 240,00 \\ - 10 \\ \hline 230,00 \\ - 10 \\ \hline 220,00 \\ - 10 \\ \hline 210,00 \\ - 10 \\ \hline 200,00 \\ - 10 \\ \hline 190,00 \\ - 10 \\ \hline 180,00 \\ - 10 \\ \hline 170,00 \\ - 10 \\ \hline 160,00 \\ - 10 \\ \hline 150,00 \\ - 10 \\ \hline 140,00 \\ - 10 \\ \hline 130,00 \\ - 10 \\ \hline 120,00 \\ - 10 \\ \hline 110,00 \\ - 10 \\ \hline 100,00 \\ - 10 \\ \hline 90,00 \\ - 10 \\ \hline 80,00 \\ - 10 \\ \hline 70,00 \\ - 10 \\ \hline 60,00 \\ - 10 \\ \hline 50,00 \\ - 10 \\ \hline 40,00 \\ - 10 \\ \hline 30,00 \\ - 10 \\ \hline 20,00 \\ - 10 \\ \hline 10,00 \\ - 10 \\ \hline 0,00 \end{array}$$

R: ELE VENDEU 51 LIVROS

Fonte: Acervo de Travassos (2023)

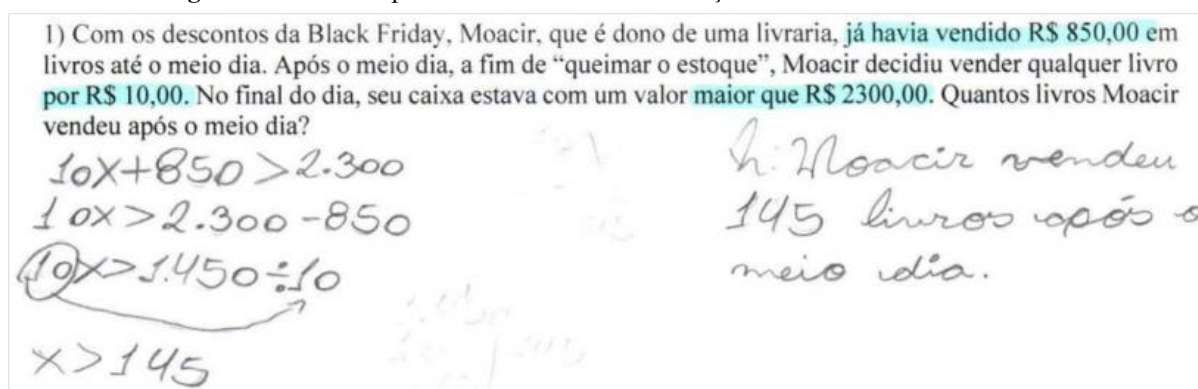
Embora o aluno tenha demonstrado conhecimento esquemático ao compreender a estrutura do problema (subtrair o valor fixo para trabalhar com a variação), ele comete um erro

no tratamento final dos dados. O aluno realiza corretamente a subtração $2300 - 850 = 1450$. Contudo, ao efetuar a operação inversa da multiplicação (dividir o saldo pelo valor unitário de cada livro), ele apresenta o resultado 51. Este erro indica uma falha na manipulação da divisão, que é oriunda do conhecimento procedimental. O aluno sabe o que deve fazer (dividir), mas falha no como fazer.

Dificuldades semelhantes a estas são destacadas por El-khateeb (2016) e Booth *et al.* (2014), que identificam como erro persistente o fato de o aluno não inverter o sentido da desigualdade ao multiplicar ou dividir a expressão por um número negativo. Estudos de Çiltaş e Tatar (2011) também reforçam que lacunas em operações matemáticas básicas impedem a chegada à solução correta.

Etapa de Monitoramento – na etapa de monitoramento, a ausência de conhecimento conceitual impede que o aluno identifique a incongruência entre o valor limite obtido e a condição de desigualdade imposta pelo enunciado. O aluno encerra o processo de resolução/solução ao atingir o valor numérico final, demonstrando que a lógica de intervalos e de conjuntos solução não foi assimilada como parte integrante do conceito de inequação. O monitoramento exige uma atividade metacognitiva e uma conduta que permanece negligenciada pela maioria dos alunos, tanto no PT quanto PTP. A Figura 5 a seguir exemplifica o fato.

Figura 5: Erro na etapa de monitoramento da Situação de Matemática 1 – Pós-teste



Fonte: Acervo de Travassos (2023)

No caso observado na Figura 5, o aluno obteve êxito na execução ao chegar à solução algébrica $x > 145$. Entretanto, ao redigir a resposta final, ele falha em interpretar o que esse intervalo significa na prática, caracterizando um erro de monitoramento (e até mesmo compreensão do conceito e interpretação semântica).

O aluno trata o número 145 como uma resposta pontual (estilo equação), ignorando o símbolo de desigualdade ($>$). Ao responder ‘145’, ele desconsidera que, para atingir o objetivo de Moacir, esse valor é o limite onde a condição ainda não foi superada. Segundo Proença (2018), o monitoramento exige que o aluno ‘volte ao problema’ para verificar se a solução atende à pergunta. Ao não perceber que a resposta deveria ser um número inteiro superior a 145 (como 146), o aluno demonstra que sua base lógica ainda está atrelada ao pensamento equacional e há uma má formação do conceito de inequação.

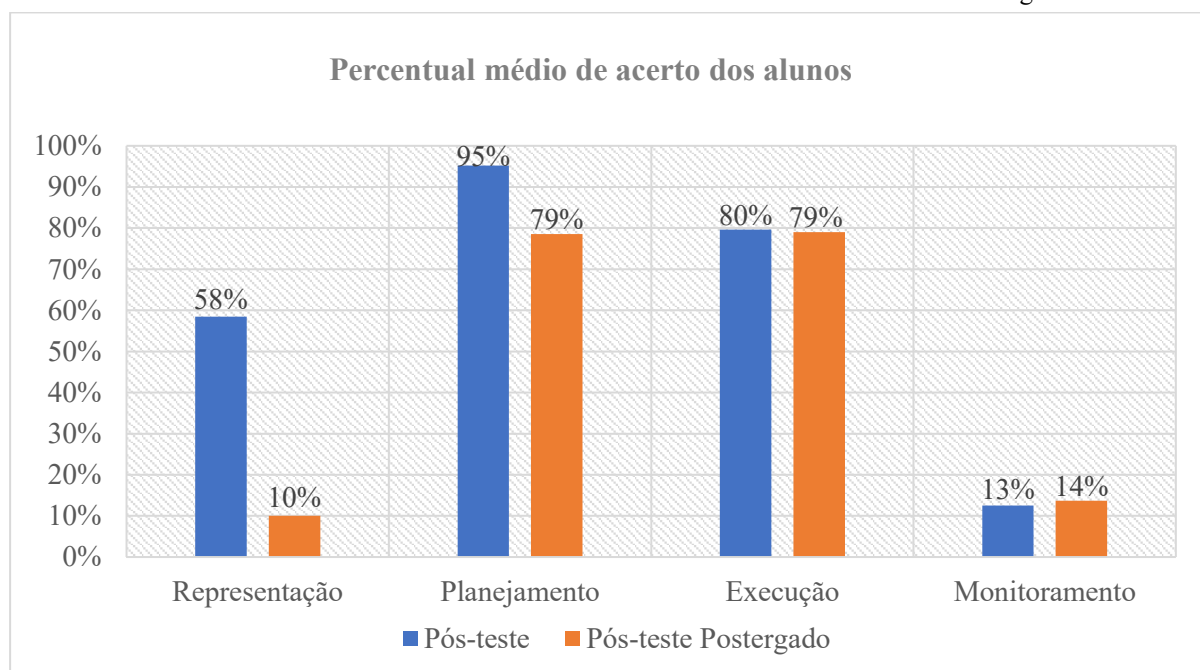
Para muitos alunos, o sinal de maior ($>$) é lido apenas como um separador, semelhante ao sinal de igual ($=$). E esse momento, sobretudo, é um indicativo da falta de conhecimento conceitual sobre inequações, uma vez que o sinal de maior ($>$), quando representado, por si só já evidencia a condição da resposta, diferente de quando se utiliza uma estratégia aritmética, cuja resposta é apenas um número.

Essa persistência no erro, mesmo após a sequência didática, na qual houve apenas três acertos dentre as 25 resoluções analisadas no PT (10 da SM1, 8 da SM2 e 7 da SM3) indica que o conhecimento conceitual não foi suficientemente construído para transpor o obstáculo epistemológico do resultado exato. A análise dos registros permite inferir que a validação da resposta ocorreu de forma meramente procedimental, limitada à conferência do algoritmo, sem atingir o nível de análise reflexiva necessário para compreender o significado de um conjunto solução.

Essa incompreensão da natureza da solução é um obstáculo epistemológico verificado nas pesquisas de Tsamir e Almog (2001) e Palupi *et al.* (2022), que revelam que os alunos frequentemente acreditam que uma inequação possui uma resposta única, confundindo o conceito de variável com o de incógnita. Conforme aponta Blanco e Garrote (2007), para muitos alunos os sinais de desigualdade não possuem valor semântico próprio, sendo usados apenas como um nexos mecânico entre os membros da expressão.

De modo a sintetizar os resultados do Quadro 4, o Gráfico 1 a seguir apresenta uma média percentual dos acertos nas etapas de representação, planejamento, execução e monitoramento das três situações de matemática no Pós-teste e Pós-teste Postergado.

Gráfico 1: Percentual médio de acerto dos alunos no Pós-teste e Pós-teste Postergado



Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados apresentados no Gráfico 1, juntamente com as análises supracitadas, revelam de maneira sintetizada a formação dos conhecimentos conceitual e procedimental de inequações.

A disparidade entre as etapas de resolução evidencia que a proficiência dos alunos é fragmentada, com um declínio na capacidade de manter a formalização matemática ao longo do tempo, além de que a formação do conhecimento procedimental se sobressai perante a formação do conhecimento conceitual.

A etapa de Representação apresenta a queda mais drástica entre os dois momentos da pesquisa, regredindo de uma média de 58% no Pós-teste para 10% no Pós-teste Postergado. No entendimento desta investigação, esse índice (juntamente com o índice de monitoramento) indica que houve uma identificação quase nula da inequação enquanto conceito após o

distanciamento temporal. Essa falha sugere que termos específicos e a linguagem simbólica (conhecimentos linguístico e semântico) e o esquema relacional (conhecimento esquemático) não foram devidamente assimilados, impedindo o aluno de traduzir o enunciado para o registro algébrico.

Na etapa de Planejamento observa-se que as taxas médias de acerto se mantêm elevadas (95% no PT e 79% no PTP). Isso demonstra que os alunos possuem uma percepção estratégica coerente, sendo capazes de escolher entre a via aritmética ou algébrica para iniciar a resolução. Entretanto, essa escolha estratégica chega à etapa de planejamento (PTP) carregada de dificuldades não superadas na representação, pois, a alta taxa de acerto no planejamento indica que o aluno ‘sabe o que deve fazer’, mas a carência de conhecimento conceitual sobre os pontos específicos da inequação, como o uso da variável ‘ x ’ e o significado da desigualdade, compromete a obtenção da resposta correta posteriormente.

Quanto à etapa de Execução, as falhas observadas tanto no Pós-teste (PT) quanto no Pós-teste Postergado (PTP) fundamentam-se em lacunas no conhecimento procedimental, especificamente no domínio e na aplicação de algoritmos. A investigação identificou dificuldades que residem na manipulação de variáveis negativas e na realização de operações elementares. Nesse contexto, a maior incidência de erros/dificuldades ocorreu na aplicação do algoritmo da divisão, independentemente da abordagem utilizada (algébrica ou aritmética). Tal evidência sugere que, embora a capacidade operativa tenha demonstrado resiliência ao tempo, persistem fragilidades em cálculos básicos que impossibilitam a obtenção da solução correta. Sobretudo, apresentaram falhas na aplicação dos princípios de equivalência das inequações e a substituição indevida do sinal de desigualdade pelo de igualdade durante o processo de cálculo.

No que tange à etapa de Monitoramento, os dados do Gráfico 1 revelam o cenário mais crítico da pesquisa, com índices de acerto que variaram de 13% no PT para 14% no PTP. Essa estagnação demonstra que a capacidade de validar a solução frente às restrições do enunciado não foi consolidada, evidenciando uma dificuldade cognitiva, onde o sucesso na execução procedimental não necessariamente se traduz em uma resposta correta no contexto do problema.

A análise dos registros escritos dos alunos indica que a principal barreira no monitoramento reside na persistência em compreender a solução como única. Ao atingirem o valor numérico, os alunos encerram o processo resolutivo, ignorando a natureza relacional do símbolo de desigualdade (quando utilizada a representação algébrica, conforme maioria no PT) e tratando a inequação como uma busca por um resultado único e exato. Essa falha evidencia uma lacuna no conhecimento conceitual, pois o aluno não reconhece a solução como um intervalo ou conjunto de possibilidades, mas sim como um número isolado que, muitas vezes, nem sequer atende às condições de desigualdade impostas pelo problema.

Deste modo, nota-se que o monitoramento operou de forma meramente mecânica, quando executado, na maioria das vezes limitado à conferência do algoritmo de cálculo, sem atingir o nível de análise reflexiva necessário para a compreensão do significado da resposta. Assim, no entendimento desta investigação, essa dificuldade em realizar a visão retrospectiva sobre o problema reforça que a aprendizagem se manteve fragmentada: os alunos demonstram um maior desempenho na resolução das inequações (conhecimento procedimental), mas falharam em compreendê-las enquanto conceito (conhecimento conceitual), permanecendo vinculados a hábitos aritméticos e de conceito equacional, que dificultam a percepção das propriedades específicas das inequações.

Considerações finais

A investigação, cujo objetivo foi analisar a aprendizagem conceitual e procedimental de inequações polinomiais de 1º grau de alunos de uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental,

no contexto de uma sequência didática fundamentada em uma proposta de organização do ensino via resolução de problemas, permitiu compreender as nuances entre a construção e domínio dos conhecimentos e conceitual em alunos do 7º ano.

Ao adotar a organização de ensino via resolução de problemas de Proença (2021), o ensino estruturou-se em etapas que exigem do aluno a representação, o planejamento, a execução e, fundamentalmente, o monitoramento das soluções. Os resultados evidenciam que esta abordagem contribui para revelar a estrutura lógica do pensamento do aluno, bem como expõe as dificuldades intrínsecas na transição do pensamento aritmético para o algébrico, de modo que se mostra fundamental não apenas para levar os alunos a aprenderem a resolver problemas, mas sobretudo para levá-los a aprenderem conceitos matemáticos.

Nesta pesquisa, concluímos que o conhecimento procedimental manifesta uma resiliência temporal significativa, mantendo-se estável mesmo após o intervalo de 108 dias no Pós-teste Postergado. Contudo, essa estabilidade é estritamente operativa, em que se constatou que os alunos demonstram saber ‘como fazer’ os cálculos, mas apresentam uma carência profunda no conhecimento conceitual, especialmente no que concerne à natureza dos intervalos e à interpretação do símbolo de desigualdade. A queda nos índices de representação algébrica formal, derivadas da má formação dos conhecimentos linguístico, semântico e esquemático, e a estagnação nos níveis de monitoramento indicam que a aprendizagem, embora funcional para a resolução de contas, permanece fragmentada. A busca por um resultado único e exato surge como um obstáculo epistemológico que impede o aluno de validar a resposta como um conjunto de possibilidades.

Os limites deste estudo residem, em parte, na dificuldade de romper com hábitos escolares arraigados que priorizam o produto final em detrimento do processo reflexivo. Observou-se que o tempo de intervenção da sequência didática, embora estruturado, pode ter sido insuficiente para consolidar a ruptura com o pensamento equacional (solução única). Além disso, a pesquisa evidenciou que fragilidades prévias em operações básicas e no trato com variáveis negativas sobrecarregam a carga cognitiva do aluno, impedindo-o de focar na essência conceitual das inequações. No campo da pesquisa, um limite identificado foi a necessidade de instrumentos que pudessem captar as razões pelas quais o monitoramento é negligenciado, mesmo quando o aluno possui os recursos cognitivos para realizá-lo.

No campo da investigação científica, nosso estudo contribui ao demonstrar que, ao seguirmos a organização de ensino via Resolução de Problemas de Proença (2021) com uso dos dois pós-testes, pudemos mapear exatamente onde o processo cognitivo do aluno falha, distinguindo o erro procedimental do erro conceitual. Os estudos já feitos se concentraram em revelar dificuldades e erros dos alunos no uso de inequações para resolverem problemas, de modo que nossa pesquisa avança ao evidenciar a formação conceitual de inequação na resolução de problemas, aspecto ainda não tratado em outras teorias de ensino.

Enfim, o estudo reforça a tese de que resolver problemas deve ser o próprio eixo condutor que proporciona ao aluno a atuar sobre o objeto de conhecimento, promovendo uma aprendizagem que ultrapasse a mera memorização de regras. Contudo, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas focadas na organização do ensino aqui adotada para outros conteúdos matemáticos, com especial atenção às etapas de compreensão e de monitoramento, incentivando o aluno a desenvolver a autonomia na Matemática.

Agradecimentos

O presente trabalho é beneficiário de auxílio financeiro da CAPES – Brasil.

Conflitos de Interesse

A autoria declara não haver conflitos de interesse que possam influenciar os resultados da pesquisa apresentada no artigo.

Declaração de Disponibilidade dos Dados

Os dados produzidos, ou coletados, e analisados no artigo serão disponibilizados mediante solicitação à autoria.

Referências

- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo* (Edição revista e ampliada). Edições 70 Brasil.
- Bicer, A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Pre-service teachers' linear and quadratic inequalities understandings. *International Journal for Mathematics Teaching & Learning*, 16(2).
- Blanco, L. J., & Garrote, M. (2007). Difficulties in learning inequalities in students of the first year of pre-university education in Spain. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(3), 221–229.
- Booth, J. L., Barbieri, C., Eyer, F., & Paré-Blagoev, J. (2014). Persistent and pernicious errors in algebraic problem solving. *The Journal of Problem Solving*, 7(1), 10–23.
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. (1998). *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática (3º e 4º ciclos do ensino fundamental)*.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular* (3ª ed.).
- Çiltaş, A., & Tatar, E. (2011). Diagnosing learning difficulties related to the equation and inequality that contain terms with absolute value. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(2), 461–473.
- Conceição Junior, F. S. (2011). *Uma abordagem funcional para o ensino de inequações no ensino médio* [Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo].
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed.). Sage Publications.
- Dante, L. R. (2009). *Formulação e resolução de problemas de matemática: Teoria e prática*. Ática.
- Echeverría, M. D. P. (1998). A solução de problemas em matemática. In J. I. Pozo (Org.), *A solução de problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender* (pp. 44–65). Artmed.
- El-Khateeb, M. (2016). Errors analysis of solving linear inequalities among the preparatory year students at King Saud University. *Journal of Education and Practice*, 7(12), 124–133.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2011). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Frizzarini, S. T. (2014). *Estudo dos registros de representação semiótica: Implicações no ensino e aprendizagem da álgebra para alunos surdos fluentes em língua de sinais* [Tese de doutorado, Universidade Estadual de Maringá].
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., & Bond, A. (2020). As diferenças entre o aprendizado online e o ensino remoto de emergência. *Revista da Escola, Professor, Educação e Tecnologia*, 2, 1–12.

- Krulik, S., & Rudnick, K. (1980). *Problem solving in school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2008). *Pesquisa pedagógica: Do projeto à implementação*. Artmed.
- Lester, F. K. (1987). Teaching mathematical problem solving. *Nämaren: Tidskrift För Matematikundervisning*, 14(3), 32–43.
- Lester, F. K., & Cai, J. (2016). Can mathematical problem solving be taught? Preliminary answers from 30 years of research. In P. Felmer, E. Pehkonen, & J. Kilpatrick (Eds.), *Posing and solving mathematical problems: Advances and new perspectives* (pp. 117–135). Springer.
- Magalhães, A. F. (2013). *Estudos das inequações: Contribuições para a formação do professor de matemática na licenciatura* [Dissertação de mestrado profissional, Universidade Federal de Ouro Preto].
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition* (2nd ed.). W. H. Freeman and Company.
- Melo, M. (2007). *O ensino de desigualdades e inequações em um curso de Licenciatura em Matemática* [Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo].
- Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem significativa: A teoria e os textos centrais*. Editora Livraria da Física.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*.
- Palupi, E. L. W., Sumarto, S. N., & Purbaningrum, M. (2022). Senior high school students' understanding of mathematical inequality. *Jurnal Elemen*, 8(1), 201–215.
- Pólya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (H. Heitler, Trans.; 2nd ed.). Princeton University Press.
- Proença, M. C. (2018). *Resolução de problemas: Encaminhamentos para o ensino e a aprendizagem de Matemática em sala de aula*. EdUEM.
- Proença, M. C. (2021). Resolução de problemas: Uma proposta de organização do ensino para a aprendizagem de conceitos matemáticos. *Revista de Educação Matemática*, 18, 1–14.
- Proença, M. C., Maia-Afonso, É. J., Mendes, L. O. R., & Travassos, W. B. (2022). Dificuldades de alunos na resolução de problemas: Análise a partir de propostas de ensino em dissertações. *Bolema*, 36(72), 262–285.
- Queiroz, D. S. (2021). *As representações semióticas no ensino de inequações no ensino médio* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos].
- Resnick, L. B., & Glaser, R. (1975). Problem solving and intelligence. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 205–230). Lawrence Erlbaum Associates.
- Schroeder, T. L., & Lester, F. K. (1989). Developing understanding in mathematics via problem solving. *New Directions for Elementary School Mathematics*, 31, 31–42.
- Silver, E. A. (1985). *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*. Lawrence Erlbaum.
- Souza, V. H. G. (2008). *O uso de vários registros na resolução de inequações: Uma abordagem funcional gráfica* [Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo].

- Sternberg, R. J. (2008). *Psicologia cognitiva* (R. C. Costa, Trad.; 4ª ed.). Artmed.
- Traldi Junior, A. (2002). *Sistema de inequações: Uma abordagem do processo ensino-aprendizagem focando os registros de representação* [Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo].
- Travassos, W. B. (2018). *Um estudo sobre o conceito de inequação com licenciandos em matemática: Contribuições da teoria dos registros de representação semiótica* [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá].
- Travassos, W. B. (2023). *A aprendizagem de inequação polinomial do 1º grau de uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental: Análise no contexto de uma sequência didática via resolução de problemas* [Tese de doutorado, Universidade Estadual de Maringá].
- Travassos, W. B., & Rezende, V. (2017). O software Aplusix e a resolução de inequações: Um estudo de erros e acertos de estudantes do 1º ano de Matemática. *Educação Matemática em Revista*, 22(55), 85–98.
- Tsamir, P., & Almog, N. (2001). Students' strategies and difficulties: The case of algebraic inequalities. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32(4), 513–524.