



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

ÁREA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA
MATEMÁTICA E SEUS FUNDAMENTOS FILOSÓFICO-CIENTÍFICOS

A DINÂMICA COLABORATIVA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UM ESTUDO NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

FERNANDO DE CARVALHO PIRES

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

Rio Claro – SP

2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE
Câmpus de Rio Claro

FERNANDO DE CARVALHO PIRES

A Dinâmica Colaborativa na Resolução de Problemas: um estudo na perspectiva
da Educação Matemática

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de
Geociências e Ciências Exatas do Campus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Doutor em
Educação Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Sueli Fabiani
Marcatto

Rio Claro, SP

2025

P667d

Pires, Fernando de Carvalho

A Dinâmica Colaborativa na Resolução de Problemas : um estudo
na perspectiva da Educação Matemática / Fernando de Carvalho Pires.
-- Rio Claro, 2025

120 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientadora: Flávia Sueli Fabiani Marcatto

1. Educação Matemática. 2. Resolução de Problemas. 3. Práticas
Colaborativas. 4. Revisão de Literatura. I. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

A pesquisa, que tem como objetivo principal analisar os aspectos colaborativos da Resolução de Problemas de Matemática, se justifica por ser uma temática necessária para o campo da Educação Matemática. Tem sido evidente a constatação de que as implicações dos trabalhos colaborativos têm sido objeto de investigação em muitas áreas do saber; no entanto, percebe-se que existem lacunas desta temática no campo epistemológico da Resolução de Problemas.

Foi no intuito de investigar algumas dessas lacunas que essa pesquisa se desenvolveu, oferecendo descobertas que podem contribuir para a conscientização de sua importância nos espaços escolares em que se ensinam matemática. Destaca-se aí a importância da pesquisa: ter sido possível revelar as potencialidades do trabalho colaborativo no domínio da Resolução de Problemas.

Entende-se que a lacuna existente – e a ausência de estudos acadêmicos que a problematize – pode inviabilizar o desenvolvimento de práticas educativas de Resolução de Problemas por parte dos professores, os quais, muitas vezes, atuam em espaços escolares que se orientam em diretrizes curriculares que estão assumindo a colaboração como princípio fundamental.

Nesse sentido, as descobertas desta pesquisa favorecem a compreensão das potencialidades do trabalho colaborativo nas práticas de Resolução de Problemas, revelando habilidades coletivas que podem ser exploradas nas aulas de Matemática quando se implementam tarefas de Resolução.

Considera-se que os resultados da pesquisa podem se tornar conhecimentos epistemológicos da Educação Matemática, conseguindo gerar reflexões e ampliar a base de conhecimento em Resolução de Problemas. Nesse sentido, entende-se que os achados produzidos podem compor, por exemplo, as discussões promovidas em programas de formação de professores que ensinam matemática e podem contribuir para que a comunidade escolar reconheça o potencial formativo das tarefas de Resolução de Problemas, de modo a apoiar a utilização desta abordagem instrucional no processo de ensino e aprendizagem.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The research, which has its main objective to analyze the collaborative aspects of Mathematical Problem Solving, is justified because it is a contemporary and necessary theme for the field of Mathematics Education. We have observed that the implications of collaborative work have been the subject of research in many areas of knowledge; however, we have noticed that there are gaps in this theme in the field of Problem Solving.

It was with the aim of investigating some of these gaps that our research was developed, offering discoveries that can contribute to the awareness of its importance in school environments where Mathematics is taught. We highlighted the importance of the research: it was possible to reveal the potential of collaborative work in the field of Problem Solving.

We understand that the existing gap – and the absence of academic studies that problematize it – can make it impossible for teachers to develop educational practices in Problem Solving, who often work in schools that are guided by curricular guidelines that assume collaboration as a fundamental principle.

In this sense, our findings favor the understanding of the potential of collaborative work in Problem Solving practices, revealing collective skills that can be explored in Mathematics classes when implementing Problem Solving tasks.

We believe that the results of the research can become epistemological knowledge of Mathematics Education, generate reflections and expand the knowledge base in Problem Solving. In this sense, we believe that our findings can be part of, for example, discussions promoted in teacher training programs for Mathematics teachers and can contribute to the school community recognizing the formative potential of Problem Solving tasks, to support the use of this instructional approach in the teaching and learning process.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE
Câmpus de Rio Claro

FERNANDO DE CARVALHO PIRES

A Dinâmica Colaborativa na Resolução de Problemas: um estudo na perspectiva
da Educação Matemática

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Sueli Fabiani Marcatto

Comissão Examinadora:

Profa. Dra. Flávia Sueli Fabiani Marcatto (Orientadora)
Universidade Federal de Itajubá – IMC, Itajubá/MG

Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba
Universidade Estadual Paulista – IGCE, Rio Claro/SP

Prof. Dr. Guilherme Henrique Gomes da Silva
Universidade Estadual Paulista – IGCE, Rio Claro/SP

Prof. Dr. Silvanio de Andrade
Universidade Estadual da Paraíba – CCT, Campina Grande/PB

Profa. Dra. Raquel Milani
Universidade de São Paulo – FE, São Paulo/SP

Conceito: aprovado.

Rio Claro – SP, 9 de outubro de 2025

Dedico esta pesquisa a todos aqueles que
sempre torceram por mim e que me desejaram
o bem.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos vão a todos aqueles que me desejaram a finalização desta etapa formativa.

Agradeço a toda a comunidade unespiana por me acolher e me fazer sentir parte desta preciosa família.

Agradeço à queridíssima Inajara pela atenção dada nas informações que solicitei durante o programa. E por ter tido uma preocupação especial comigo.

Agradeço a cordialidade da nossa Coordenadora Heloísa, pela sensibilidade e contribuição.

Agradeço aos membros do Conselho do PPGEM pela compreensão e pelo atendimento dos pedidos que lhes foram solicitados.

Agradeço aos Avaliadores do Exame de Qualificação – a Flávia, o Marcelo, a Patrícia, o Silvanio e a Raquel – por terem se dedicado à leitura do meu trabalho e por terem apresentado contribuições valiosas para a sua conclusão.

Agradeço aos professores do PPGEM, com os quais pude cursar disciplinas, pela aprendizagem oferecida.

Agradeço à professora Lourdes Onuchic, por ter me dado a oportunidade de ingressar no PPGEM e por demonstrar uma grande admiração pela minha pessoa.

Agradeço ao professor Marcelo Borba pelo carinho e amizade que desenvolveu comigo, dando conselhos, me ouvindo e me ajudando sempre que recorri a ele.

Agradeço à professora Flávia Marcatto, pela disponibilidade em me auxiliar nesta fase formativa tão importante.

Agradeço aos amigos e colegas que consegui fazer neste período, que estiveram por perto e dividindo momentos tristes e alegres: Débora, Joseane, Rosicácia, Silvio, Samantha, Renata, Hércules, Andrei, Douglas, Katiane, Maxwell, Natália, Joel, Guilherme.

Agradeço à comunidade acadêmica da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) – professores e alunos – por estar ao meu lado a todo o momento, torcendo por mim, e me incentivando nesta etapa formativa.

Agradeço aos meus familiares que sempre testemunharam as lutas que enfrentei – e enfrento – na vida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas
criar as possibilidades para a sua própria
produção ou a sua construção”
(Freire, 1996, p. 21).*

RESUMO

A presente pesquisa analisa as potencialidades dos aspectos colaborativos na prática de Resolução de Problemas (RP) em aulas de Matemática, com o objetivo de compreender como essa abordagem pode contribuir para uma Educação Matemática mais abrangente e participativa. O estudo se origina a partir de inquietações oriundas da trajetória docente do autor, identificando lacunas conceituais e metodológicas relacionadas à RP nos ambientes escolar e acadêmico. Metodologicamente, este estudo se fundamenta em uma abordagem qualitativa, realizando uma revisão sistemática de literatura por meio de uma meta-análise sobre pesquisas científicas voltadas à RP, visando aprofundar a compreensão acerca do tema. Os resultados indicam que a RP, quando desenvolvida colaborativamente, caracteriza-se como um processo epistemológico, sociocultural e formativo, contemplando ainda dimensões afetivas. De um modo geral, as evidências apontam que a perspectiva colaborativa da RP favorece o engajamento dos estudantes, a construção coletiva do conhecimento e a inclusão de diferentes sujeitos no processo de aprendizagem matemática. Esta tese almeja, portanto, ampliar as compreensões teóricas sobre RP e subsidiar a formação de professores comprometidos com práticas pedagógicas mais significativas, equitativas e contextualizadas.

Palavras-Chave: Educação Matemática. Resolução de Problemas. Práticas Colaborativas. Revisão de Literatura.

ABSTRACT

This study examines the potential of collaborative approaches to problem solving (PS) in mathematics education, aiming to understand how this method can contribute to a more comprehensive and participatory learning environment. Concerns arising from the author's teaching career led to this study, which identifies conceptual and methodological gaps related to PS in school and academic environments. Methodologically, the study is based on a qualitative approach and conducts a systematic review of literature through a meta-analysis of scientific research focused on PS, aiming to deepen the understanding of the topic. The results suggest that when developed collaboratively, PS is an epistemological, sociocultural, and formative process that considers affective dimensions. Overall, the evidence suggests that a collaborative approach to PS fosters student engagement, facilitates the collective construction of knowledge, and incorporates diverse subject areas into the mathematical learning process. Therefore, this thesis aims to broaden theoretical understandings of PS and support the training of teachers committed to more meaningful, equitable, and contextualized pedagogical practices.

Keywords: Mathematics Education; Problem Solving; Collaborative Practices; Systematic Literature Review.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama Representativo da Seleção dos Estudos constitutivos da Meta-análise ..	28
Figura 2 - Fluxograma	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese das Produções Científicas - Edição Temática: Resolução de Problemas - Revista ZDM	41
Quadro 2 - Síntese das Produções Científicas – Edição Temática: Resolução de Problemas – Revista Quadrante.....	50
Quadro 4 - Categorias Analíticas e Eixos de Interpretação.....	84

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	16
1 COMO CONCEBI A INTERROGAÇÃO E O MOVIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA	19
2 PESQUISAS QUE TEMATIZAM A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	27
2.1 AS BUSCAS: COMO PROCEDI À REVISÃO DE LITERATURA	27
2.2 SISTEMATIZAÇÃO DE PESQUISAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS	29
2.2.1 Revista ZDM	29
2.2.2Revista Quadrante.....	45
3 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E PRÁTICAS COLABORATIVAS.....	52
3.1 PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NUMA PERSPECTIVA COLABORATIVA	52
3.1.1 Práticas Sociais de Educação Matemática	52
<i>3.1.1.2 Ideologia Dialógica.....</i>	<i>53</i>
3.1.2 Práticas Colaborativas na Educação Matemática: um enfoque sociocultural	54
<i>3.1.2.1 Conhecendo os Princípios-Chave de Trabalhos Colaborativos</i>	<i>55</i>
3.2 NOÇÕES DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	66
3.2.1 Dos Significados da Noção de Problema.....	66
<i>3.2.1.1 Proposição de Problemas: abordagens introdutórias</i>	<i>69</i>
<i>3.2.1.2 Demais Aspectos da Proposição de Problemas</i>	<i>70</i>
<i>3.2.1.3 Resolução de Problemas: compreendendo a perspectiva colaborativa.....</i>	<i>72</i>

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA: OS MÉTODOS UTILIZADOS NESTA REVISÃO SISTEMÁTICA	80
5 IMPLICAÇÕES DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE NATUREZA COLABORATIVA: UMA ANÁLISE APROFUNDADA DOS ESTUDOS SELECIONADOS	87
5.1 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTUDOS DO MESMO PERIÓDICO	87
5.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS DOIS PERIÓDICOS	95
6 AS IMPLICAÇÕES DA DINÂMICA COLABORATIVA NAS TAREFAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: AMPLIANDO POSSIBILIDADES DESTA PRÁTICA NOS PROCESSOS ESCOLARES.....	98
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106
REFERÊNCIAS	113

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Conduzir uma pesquisa acadêmica a nível de pós-graduação *stricto sensu* demanda muitas habilidades intelectuais do pesquisador. Para isso, ao entrar em campo, o investigador precisa mobilizar vários elementos de seu universo subjetivo para poder dar conta de responder a sua interrogação de pesquisa (Bicudo, 2021, Lincoln e Guba, 1985).

Assim, seja para formular a interrogação inicial e/ou para realizar os movimentos analíticos, o pesquisador precisa dispor de diversas aptidões pessoais que o leve a trilhar o longo caminho investigativo a que se propôs inicialmente (Severino, 2016). Desse modo, “Nesse jogo ou nessa ‘arte’ de fazer pesquisa, o jogador precisa ter alguns atributos para poder entrar no campo científico” (Goldenberg, 1998, p. 69).

É nessa perspectiva que considere que a produção dessa tese pudesse pressupor a descrição pormenorizada de todo o caminhar de que me vali para desenvolver a pesquisa. Embora para alguns leitores essa postura possa parecer algo desnecessário e exaustivo, alguns autores, como Eco (2020), Sampieri, Collado e Lucio (2013) e Crête (1987) têm reconhecido sua necessidade e importância para se chegar a uma melhor compreensão dos fenômenos estudados.

De acordo com Bicudo (1993, p. 20), “essa conduta evita que sejam feitas afirmações improcedentes, vazias, bem como evita que o raciocínio do pesquisador fique obscuro, ocultando-se”. Por isso, percebi que esse detalhamento possibilita à comunidade científica compreender o processo investigativo em sua totalidade, de modo a evidenciar os momentos de maior êxito e, também, as fases de mais dificuldades (Mattar; Ramos, 2021).

Nessa perspectiva, “cabe lembrar que o pesquisador deve tornar públicos todos os dados relevantes para sua pesquisa. É assim que outros pesquisadores da área podem avaliar os argumentos, procedimentos, dados e tirar suas próprias conclusões” (Crête, 1987, p. 299). Dessa forma, percebi que esse movimento descritivo de toda investigação, de certo modo, constitui um princípio ético que todo pesquisador precisa observar (Crête, 1987; Mattar; Ramos, 2021).

Como é natural em quase toda atividade de pesquisa, considere que uma investigação precisa apresentar aspectos de flexibilização (Minayo, 2019; Creswell, 2014), o que significa que a produção do pesquisador é sempre passível de reparos, mudanças e alterações. A realização de um estudo científico pode ir se constituindo gradativamente, adquirindo sua materialidade formal por meio de um processo denominado de *design* emergente (Lincoln e Guba, 1985; Borba e Araújo, 2018). Observei que uma pesquisa consegue se desenvolver à

medida que o investigador se apropria de certa liberdade para se movimentar no solo das idas e vindas, do construir e reconstruir, do começar e recomeçar.

Nessa linha de pensamento, Souto (2011) apresenta algumas considerações importantes ao relatar que “[...] o pesquisador deve avançar à medida que a pesquisa se desenvolve, sem a determinação de passos rígidos estabelecidos *a priori*, pois o foco da investigação poderá sofrer mudanças” (Souto, 2011, p. 2). Esse movimento de flexibilização não reflete uma postura de insegurança de quem está à frente da investigação. Pelo contrário, compreendo ser uma atitude que pode revelar a autocrítica do pesquisador e o compromisso que se tem com a qualidade do estudo desenvolvido.

Nesse sentido, quando se está inserido num movimento de pesquisa,

por vezes, iniciamos um tópico, paramos, damos início a outro item, apagamos, retomamos e, assim, vamos articulando o que se destaca como importante para a elaboração do estudo a ser realizado; as idas e vindas mostram-se, portanto, como sendo próprias a esse movimento (Tambarussi, 2021, p. 18).

De modo geral, entendo que o caminho que se trilha num estudo científico, de acordo com a literatura, é aberto com a inquietação subjetiva do pesquisador e se finaliza no momento em que são produzidas os comentários explicativos na etapa das considerações finais (Bogdan; Biklen, 1994; Bicudo, 1993; Alves-Mazzotti; Gewandsznajder, 2002; Minayo, 2014; Lüdke; André, 2018; Fiorentini; Lorenzato, 2012; Gil, 2017; Creswell, 2014; Goldenberg, 1998; Borba, Almeida; Gracias, 2018; Borba; Araújo, 2018).

Considereei a necessidade de estruturar esta tese em Considerações Iniciais, seis capítulos e Considerações Finais, de modo a poder simplificar a organização da pesquisa e a facilitar a sua interpretação. O *capítulo primeiro*, a propósito, tem como finalidade apresentar a busca pela questão de pesquisa, descrevendo todo o seu movimento de problematização.

No *capítulo segundo*, abordo algumas pesquisas desenvolvidas no domínio da Resolução de Problemas. Nesse capítulo, realizei uma busca de periódicos científicos que tematizam tal questão e, em seguida, fiz a sintetização de todos eles, num quadro-resumo, destacando as ideias centrais dos trabalhos consultados, sem avaliação crítica de minha parte, nesse momento.

No *capítulo terceiro*, discuto o quadro teórico assumido para a condução da tese. Nessa discussão, exploro o significado de conceitos da Resolução de Problemas e de Práticas Colaborativas em Educação Matemática.

No *capítulo quatro*, apresento o método de pesquisa adotado nesta investigação. Nela, descrevo o percurso de sistematização dos dados com base na Revisão Sistemática da Literatura. Nesse movimento, busquei encontrar pontos de convergência entre os trabalhos analisados e relatá-los, de modo a evidenciar a relação existente.

No *capítulo quinto*, esclareço os métodos e princípios assumidos para a condução analítica dos trabalhos selecionados para a Revisão Sistemática de Literatura.

No *capítulo sexto*, compartilho os Resultados Finais da tese, evidenciando aspectos importantes e explicando notas compreensivo-interpretativas do fenômeno investigado.

Por fim, constam as Considerações Finais, espaço em que registro as conclusões finais desta tese. Nesse espaço, são apresentados os comentários conclusivos do estudo e indicadas, dentre outros pontos, as contribuições alcançadas e as limitações identificadas, apontando o que não foi passível de contemplação neste estudo e registrando caminhos para pesquisas futuras. Para tanto, é retomada a interrogação formulada para balizar esse processo de elucidação, num movimento de respostas à questão norteadora desta pesquisa.

Ainda nesse movimento de estruturação da tese, a sua escrita se tornou outro elemento essencial da pesquisa que precisa ser explicitada. Para esta investigação, conforme já pode ser observado, utilizei a forma verbal da primeira pessoa do singular, considerando que essa escolha caracteriza melhor a produção resultante deste trabalho investigativo.

1 COMO CONCEBI A INTERROGAÇÃO E O MOVIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA

Não foi difícil perceber, até mesmo quando estive na fase preparatória para ingresso na pós-graduação, que toda investigação inicia a partir de uma dúvida particular que incomoda o pesquisador (Borba, Araújo; 2018). Entendi que toda dúvida nasce da nossa capacidade de questionar a realidade, encarando os fenômenos à nossa volta como algo que merece compreensões. “O papel do investigador também é lançar dúvidas sobre o que consideramos verdadeiro” (Crête, 1987, p. 288). Essa característica problematizadora é o que permite ao indivíduo se movimentar no solo das descobertas.

A literatura costuma associar essa capacidade de questionar a realidade com o “pensar filosófico”, uma característica dos indivíduos que, normalmente, não se contentam com a naturalidade dos fatos (Gallo, 2019). Pelo contrário, essa naturalidade, para os investigadores, torna-se alvo constante de indagações (Sampieri; Collado e Lucio, 2013). A necessidade de se ter explicações sobre aspectos da realidade é o que despertou o meu olhar crítico, que não se satisfaz com a ideia de que as coisas são como são porque são assim, ou seja, é preciso exercer a prática da pergunta, a prática de ser epistemologicamente ser curioso, Freire e Faundez (1985).

O pensamento filosófico é semelhante, pois acontece quando somos tirados do lugar-comum. É como se, no dia a dia, “vivêssemos no automático”, sem pensar muito naquilo que fazemos, naquilo que acontece a nossa volta. De repente, alguma coisa nos chama a atenção. Algo nos faz parar e pensar. Alguma coisa está estranha (Gallo, 2019, p. 10).

Eu já tinha me dado conta de que a interrogação inicial que me provocou um incômodo estava desprovida de existência formal, encontrando morada provisória no meu universo subjetivo. Nesse sentido, concordo com Fini (1997, p. 26), que argumenta: “inicialmente, esta interrogação não está muito bem delineada para o pesquisador. Ela corresponde a uma insatisfação do pesquisador em relação àquilo que ele pensa saber sobre algo. Sente-se pouco à vontade em relação a isto. Algo o incomoda”.

Compreendi também que a interrogação passa por um processo natural de refinamento, no qual ela se (re)configura, ganhando contornos próprios. Assim, uma vez refinada, a interrogação pode adquirir a luminosidade para clarear o caminho de uma possível ação investigativa.

A minha inquietação surgiu da própria prática docente. A partir de 2017, ano em que concluí o mestrado em Educação pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e

Mucuri (UFVJM), desenvolvi um olhar mais crítico sobre as questões educacionais relacionadas à Educação Matemática. Depois de ter vivenciado um período de minha vida destinado à construção da dissertação, consegui desenvolver e aprimorar minhas habilidades científicas.

Não posso deixar de relatar que foi no ano de 2002 que comecei minhas atividades profissionais na docência, lecionando matemática nas antigas 5ª e 6ª séries do Ensino Fundamental. Essa experiência inicial me trouxe mudanças bem significativas. Naquela ocasião, senti-me encorajado pelos demais colegas a cursar o Ensino Superior de Matemática e a me qualificar para a profissão. A graduação em Licenciatura em Matemática iniciou com o ingresso na Universidade do Estado da Bahia, em julho de 2004.

Em 2015, participei de um processo seletivo para Professor Substituto da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), no qual obtive êxito. Assumi, naquela universidade, as funções em 2016, atuando nos cursos de Administração, Pedagogia e Licenciatura em Matemática. Os componentes curriculares ministrados foram os relacionados diretamente à Matemática. Tive, também a oportunidade de ministrar outras disciplinas, como Metodologia Científica e Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

No ano de 2017, ano em que concluí o mestrado, passei a observar a minha própria prática profissional, enquanto professor de Matemática, tanto da Educação Básica, quanto do Ensino Superior (Borba, Almeida, Gracias; 2018). Quando comecei a desenvolver, na sala de aula, tarefas matemáticas de Resolução de Problemas¹, diversos questionamentos me vinham à mente. Naquela ocasião, a referência principal que assumi para compreender esta abordagem era o livro de George Pólya “A Arte de Resolver Problemas”, de 1945.

Passei, então, a estudar melhor essa temática para tentar compreender algumas de suas noções. As leituras iniciais foram bem difíceis, pois percebi que o conceito de problema matemático é bem abrangente e pode ser compreendido sob várias perspectivas. Além da dificuldade natural que lhe é própria, o estudo de RP, no Brasil, parece ser pouco explorado, limitando-se a alguns grupos de pesquisa pertencentes a programas de pós-graduação em Educação Matemática (Freitas, 2019).

Além disso, as produções científicas desenvolvidas neste campo do conhecimento parecem apresentar essa mesma característica. São, normalmente, pouco divulgadas pelo país, em comparação a outras abordagens de Educação Matemática (Freitas, 2019). Mesmo assim, a

¹ Sempre que possível, usarei a abreviação RP para me referir à expressão Resolução de Problemas.

leitura de algumas ideias desenvolvidas por George Pólya, apresentadas em sua obra “A Arte de Resolver Problemas” (1945), me concedeu uma compreensão inicial do conceito de RP.

No entanto, à medida que algumas ideias pareciam se elucidar, algumas incompreensões também se afluíram. As rápidas leituras sobre RP me causaram certos incômodos e me provocaram o sentimento de querer compreender ainda mais os seus aspectos principais. Esse movimento me levou a expressar uma primeira insatisfação: afinal, o que significa resolução de problema?

Na busca por respostas mais claras, lancei mão de outras referências que pudessem melhorar minhas compreensões da RP. Recorri, então, a exemplares de livros didáticos distribuídos na rede pública, a documentos curriculares da Educação Básica e até mesmo a projetos políticos pedagógicos de cursos de graduação de Licenciatura em Matemática.

Para tanto, consultei quatro coleções de livros didáticos pertencentes ao Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), produzidos no período de 2002 a 2016. A opção por tais livros se deu por terem sido, em algum momento, as obras efetivamente adotadas nas instituições escolares em que atuei como professor de Matemática.

Os livros didáticos consultados para essa finalidade foram as obras “Matemática: contexto e aplicações” (ensino médio), 2016, de Luiz Roberto Dante, publicada pela Editora Ática; “Matemática – Ensino Médio”, (ensino médio), 2013, de Kátia Stocco Smole e Maria Ignez Diniz, publicada pela Editora Saraiva; “Matemática: ciência e aplicações”, (ensino médio), 2012, de Gelson Iezzi, Osvaldo Dolce, David Degenszajn, Roberto Périco e Nilze de Almeida, publicada pela Editora Atual; “Aprendendo Matemática”, (ensino fundamental II), 2002, de José Ruy Giovanni e Eduardo Parente, publicada pela Editora FTD.

Em outro momento, procedi à consulta de dois dos principais documentos curriculares que orientou/orienta a educação escolar do país – Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática/PCNs (Brasil, 1997) e a Base Nacional Comum Curricular/BNCC (Brasil, 2017) – e o principal documento que regulamentou a rede de ensino do estado de Minas Gerais – Currículo Básico Comum/CBC (Minas Gerais, 2005). De modo mais específico, as observações foram realizadas nas seções textuais reservadas ao componente curricular de Matemática.

Em relação aos Projetos Políticos Pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Matemática, realizei consulta ao projeto da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), campus de Caetité (BA). O projeto foi obtido junto à coordenação do colegiado do curso no segundo semestre de 2016, ocasião em que comecei a ministrar aulas em regime de cooperação interdepartamental.

Nesse sentido, nas verificações que realizei, o estudo dos manuais do professor (livros didáticos) me revelou uma característica muito comum identificada em vários desses materiais. As definições oferecidas pelos autores das obras correspondem, em grande parte, às mesmas concepções defendidas pela literatura clássica de RP, sobretudo, às ideias seminais de George Pólya.

Outras obras, no entanto, não fazem menção direta à RP. De todo modo, não posso deixar de reconhecer que a maioria dos manuais do professor de livros didáticos faz um grande esforço na indicação de estratégias educativas que podem melhorar a prática de RP em sala de aula de Matemática.

Já as consultas realizadas nos documentos curriculares orientadores conseguiram me revelar, ainda que de forma difusa, uma definição de RP. Os PCNs, por exemplo, destacam uma pequena seção para apresentar o significado de RP e, também, de problema matemático. Os Parâmetros Curriculares Nacionais constituem um documento amplo e subdividido em categorias escolares (fundamental e médio). Assim, foi possível identificar as considerações de RP nas orientações reservadas ao Ensino Fundamental, na seção intitulada “Alguns Caminhos para Fazer Matemática na Sala de Aula”, especificamente no item “O Recurso à Resolução de Problemas”, localizado na página 32 deste documento.

A organização do item está estruturada basicamente na descrição de princípios que sustentam a prática da RP. Essa descrição que encaminha a prática traz uma noção do que constitui um problema. A conceituação oferecida pelo documento é feita por intermédio da apresentação de suas características principais (Brasil, 1997). Nesse sentido, foi possível avaliar que as informações contidas nos PCNs possibilitam a construção de uma noção geral do que pode constituir a ação resolutiva de problemas. Apesar dessa abordagem, as discussões apresentadas no referido documento orientador ainda deixam muitas questões em aberto.

A Base Nacional Comum Curricular/BNCC (Brasil, 2017), o outro documento curricular consultado, sugere a RP como estratégia educativa para a aprendizagem de conceitos matemáticos. Entretanto, observei que a BNCC carece de conceitos operacionais, não apresentando concepção(ões) de RP. Nessa perspectiva, Pinto (2017) afirma que a BNCC pode ser considerada vazia, em termos de apresentação de conceitos.

Em relação ao Projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), campus Caetité, identifiquei que o documento apresenta elementos dos componentes curriculares que podem ser oferecidos no curso, suas ementas e cargas horárias. Apresenta também algumas considerações legais e históricas relativas ao curso em si. No entanto, não indica ou discute abordagens educativas a serem

desenvolvidas nas disciplinas ou nos projetos de qualquer natureza que venham a ser realizados na instituição.

Nessa perspectiva, tomando a interrogação inicial “o que significa resolução de problemas?”, percebi que essa temática é muito mais complexa do que se imagina e que sua compreensão exigiria um estudo mais duradouro e sistematizado. Por morar no interior de Minas Gerais, atuando na docência da Educação Básica, e mesmo atuando no Ensino Superior pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB), desenvolver um estudo consistente e aprofundado como o que envolve a temática de RP é algo praticamente impossível. Como já apontado anteriormente, a pesquisa em RP, no Brasil, é escassa e sua produção está concentrada em alguns programas de pós-graduação espalhados pelo país (Freitas, 2019).

A partir dessa constatação, manifestei um desconforto ainda maior com essa temática. Percebi que não havia perspectiva teórica que desse conta de explicá-la holisticamente (Schoenfeld, 2013; Koichu, 2018). Então, dei início a constantes diálogos com amigos e colegas de profissão universitária sobre as possibilidades de estudar a RP.

Percebi que a maioria das pessoas próximas desconhecia a abordagem instrucional de RP. Muitas delas disseram já ter lido ou ouvido falar desse conceito em vários momentos, mas que o trabalho com essa abordagem ocorria de forma esporádica, isto é, em situações ocasionais. Indicavam, quando sabiam, algum trabalho, ou qualquer outra produção de que tivessem conhecimento, publicado em anais de eventos científicos.

Nesse sentido, os colegas da universidade com quem tinha maior afinidade me aconselharam a realizar uma pesquisa acadêmica sobre RP a nível de doutorado. Minha avaliação foi de que, num programa de pós-graduação, conseguiria aprofundar os estudos sobre RP e, certamente, apresentar uma teorização desse fenômeno. Foi a partir daí que tomei a decisão de escrever um projeto de pesquisa para ingresso no doutorado.

No ano de 2020, ingressei, como aluno regular, no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), para cursar o Doutorado em Educação Matemática. A linha de pesquisa escolhida foi a de Resolução de Problemas e Ensino e Aprendizagem.

Durante o primeiro ano no Programa, percebi que o meu projeto precisava de mudanças e que eram necessários mais estudos e aprofundamentos. Foi o caso, por exemplo, da interrogação da pesquisa: o processo de refinamento de minha interrogação recebeu promissoras influências das leituras realizadas, das discussões no grupo de pesquisa a qual me vinculei – o Grupo de Trabalho e Estudos em Resolução de Problemas/GTERP –, da

participação em eventos científicos² (XXIV EBRAPEM/2020; XXV EBRAPEM/2021; II SIRP/2021; IV SERP/2021; VIII SIPEM/2021) organizados de forma remota (devido à pandemia da Covid-19), das disciplinas obrigatórias que cursei ao longo dos três primeiros semestres do doutorado e das sugestões apontadas pelos avaliadores do meu Exame de Qualificação. Algumas sugestões de leituras também foram indicadas por outras pessoas que estavam à minha volta (professores do PPGEM, colegas do curso, amigos, pesquisadores, dentre outras pessoas).

Para fins de elucidação, resgato uma das aulas programadas para a disciplina “Tendências em Educação Matemática”, precisamente a Aula nº 9, na qual foram discutidas temáticas associadas à Educação Matemática Crítica. Na ocasião, conceitos como guetorização, *foregrounds*, justiça social, liberdade, autonomia, etnomatemática e ideologia da certeza foram amplamente debatidos entre os cursistas e se revestiram da capacidade de provocar muitas reflexões.

Um dos artigos discutidos, de autoria de Ole Skovsmose, era intitulado: “O que poderia significar a Educação Matemática Crítica para Diferentes Grupos de Estudantes?”, publicado pela Revista Paranaense de Educação Matemática, em seu volume 06, número 12, no ano de 2017. Nesse artigo, o autor promove a discussão de qual(is) grupo(s) social(is) pode(m) se beneficiar dos pressupostos da Educação Matemática Crítica.

Ademais, nesse manuscrito, o autor é prudente em esclarecer o significado da ideia de “ler e escrever o mundo” com a Matemática. Para ele, “ler e escrever o mundo” corresponde à capacidade dos sujeitos de compreender e de agir no mundo matematicamente, isto é, que os indivíduos consigam observar os fenômenos à sua volta através da lente interpretativa das noções matemáticas (ler o mundo), para poderem agir no meio em que vive de modo a transformá-lo (escrever o mundo) (Skovsmose, 2017).

Nesse sentido, a partir do meu olhar indagador, entendi que tais ideias mereciam mais atenção. Em certo sentido, isso significou um incômodo particular que a temática me provocou – e se ampliou ainda mais quando o autor sugeriu que “A educação matemática crítica precisa operar em uma paisagem aberta de interpretações diversas, e contraditórias, também, de suas noções definidoras.” (Skovsmose, 2017, p. 34).

Diferentemente da inquietação promovida pela RP, que se originou da própria prática letiva, o incômodo resultante dessas reflexões surgiu de uma ocasião necessária. Pude observar

² EBRAPEM: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática; SIRP: Seminário Internacional de Resolução de Problemas; SERP: Seminário de Resolução de Problemas; SIPEM: Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática.

que a Educação Matemática, enquanto campo científico, precisa avançar nessas questões que enfocam o sujeito enquanto agente que se movimenta no solo das experiências colaborativas, em que, não apenas ele se torna a preocupação central do processo educativo, mas todo um coletivo que busca os mesmos propósitos de aprendizagem e transformação (Coob; Yackel e Wood, 1992; Freire, 2020; Valero, 1999).

Nesse sentido, uma indagação que se aflorou desse movimento foi a possibilidade de relacionar a RP com a oportunização de experiências educativas a diferentes sujeitos e a diversos grupos sociais. Em outras palavras, busquei uma questão que conseguisse compreender o potencial de inclusão da RP nas aulas de Matemática, ou seja, questionar a possibilidade de acesso à Matemática por meio da prática de RP.

Assim sendo, ao ensaiar uma interrogação, pensei na seguinte questão de pesquisa: “A prática de resolução de problemas pode ampliar o acesso ao ensino e aprendizagem de Matemática?”. Essa interrogação me fez imaginar, por um rápido momento, que havia posto em foco um problema que pudesse caracterizar uma pesquisa de doutorado, com possibilidade de produzir contribuições teóricas (Flick, 2009). No entanto, após vários processos de reflexão, compreendi que a indagação, nos termos em que foi levantada, representava mais a preocupação habitual do senso comum do que uma questão de investigação científica.

A partir dessa constatação, continuei em busca da interrogação mais apropriada para a construção da tese, porque, segundo Bicudo (2011, p. 23, inserção nossa), “Ela [*a interrogação*] se constitui no norte que dá direção aos procedimentos da pesquisa”. Esse movimento envolveu, assim como em ocasiões anteriores, leituras realizadas, discussão com a orientadora, diálogo no grupo de pesquisa, participação em eventos científicos e conversas diretas com pesquisadores.

Em outro contexto desta pesquisa, ao submeter o resultado parcial da tese ao Exame de Qualificação de Doutorado, ouvi sugestões importantes dos avaliadores, as quais me ajudaram bastante. Entre os apontamentos sugeridos havia indicações para modificar a questão de pesquisa, considerando que, segundo os avaliadores, a tese poderia alcançar uma melhor consistência.

As sugestões recebidas do Exame de Qualificação iam nessa direção, de que era preciso enfatizar aspectos colaborativos das práticas de RP. Desse modo, pensei numa questão de pesquisa que conseguisse dar conclusão à tese de modo consistente e que pudesse contemplar todas as ideias levantadas como sugestão. Assim, a pergunta de pesquisa que assumi como apropriada e que me direcionou na investigação é a seguinte ***como se manifestam os aspectos colaborativos na prática de Resolução de Problemas?***

É importante destacar que o modo pelo qual formulei a pergunta disparadora da investigação levou em consideração minha forma de olhar o mundo e a pesquisa, não me prendendo a regras ou a modelos pré-estabelecidos pela literatura clássica (Lincoln e Guba, 1985). O movimento que levou a expressar a interrogação se revestiu de particularidade e procedimentos próprios, revelando a originalidade de sua constituição (Creswell, 2014).

De acordo com Bicudo (2011, p. 24), “as formas pelas quais a interrogação é explicitada são múltiplas e têm relação com a própria formação do pesquisador e com a sua concepção de mundo e de ciência”. E tais concepções puderam se manifestar, dentre outros movimentos possíveis no universo da ciência, através da pergunta de pesquisa que aqui consegui materializar, no solo de minha pretensão investigativa. Nesse sentido, o objetivo geral desta investigação é o seguinte: analisar aspectos colaborativos presentes nas práticas de Resolução de Problemas relatadas em estudos científicos publicados em periódicos internacionais de Educação Matemática.

Findadas as proposições estimadas para este capítulo primeiro, em especial a apresentação da questão de pesquisa e do objetivo de pesquisa, avanço para o capítulo segundo.

2 PESQUISAS QUE TEMATIZAM A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

2.1 AS BUSCAS: COMO PROCEDI À REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, realizei o trabalho de localização de algumas pesquisas desenvolvidas no campo da Educação Matemática que discutem RP. Considerei ter sido importante e fundamental realizar este levantamento bibliográfico, porque “a revisão de literatura tem como finalidade trazer contribuições de diversos autores, leis ou iniciativas sobre o tema investigado, de modo que o pesquisador possa apresentá-lo e esclarecer conceitos.” (Domingues, 2020, p. 27).

Percebi que as contribuições fornecidas pelos diferentes pesquisadores podem favorecer a construção da questão de pesquisa e o desenvolvimento conceitual de noções teóricas. Enquanto investigador, movido pelo desejo de compreender a questão formulada, inspirei-me no pensamento de outros teóricos para desenvolver uma interpretação particular (Ferreira, 2002). Nessa perspectiva, para que a presente tese se revestisse de rigor e de profundidade, foi importante buscar orientação a partir do(s) ponto(s) de vista já consagrado(s) pela literatura.

Bicudo (2014) traz uma importante reflexão sobre o procedimento de meta-análise. Para a autora, a meta-análise consiste numa investigação pautada em comparação e análises dos dados primários de outras pesquisas desenvolvidas, consideradas como significativas em relação à temática em estudo. A autora prossegue seu entendimento considerando que, na meta-análise, o objetivo é desenvolver um conhecimento teórico mais amplo, isto é, que apresente um nível de abstração mais elevado em relação aos estudos primários (Bicudo, 2014).

Para tanto, levando em consideração essas reflexões, procurei realizar o levantamento do material nas principais páginas eletrônicas de periódicos das áreas de Educação Matemática / Educação / Ensino, e nos sites oficiais de agências de fomento à pesquisa. Na prática, fiz uma busca no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES³, na plataforma do Google Acadêmico⁴ e, em seguida, no site da SciELO⁵.

Consegui, então, estabelecer a seguinte ordem de ações para promover a otimização do levantamento:

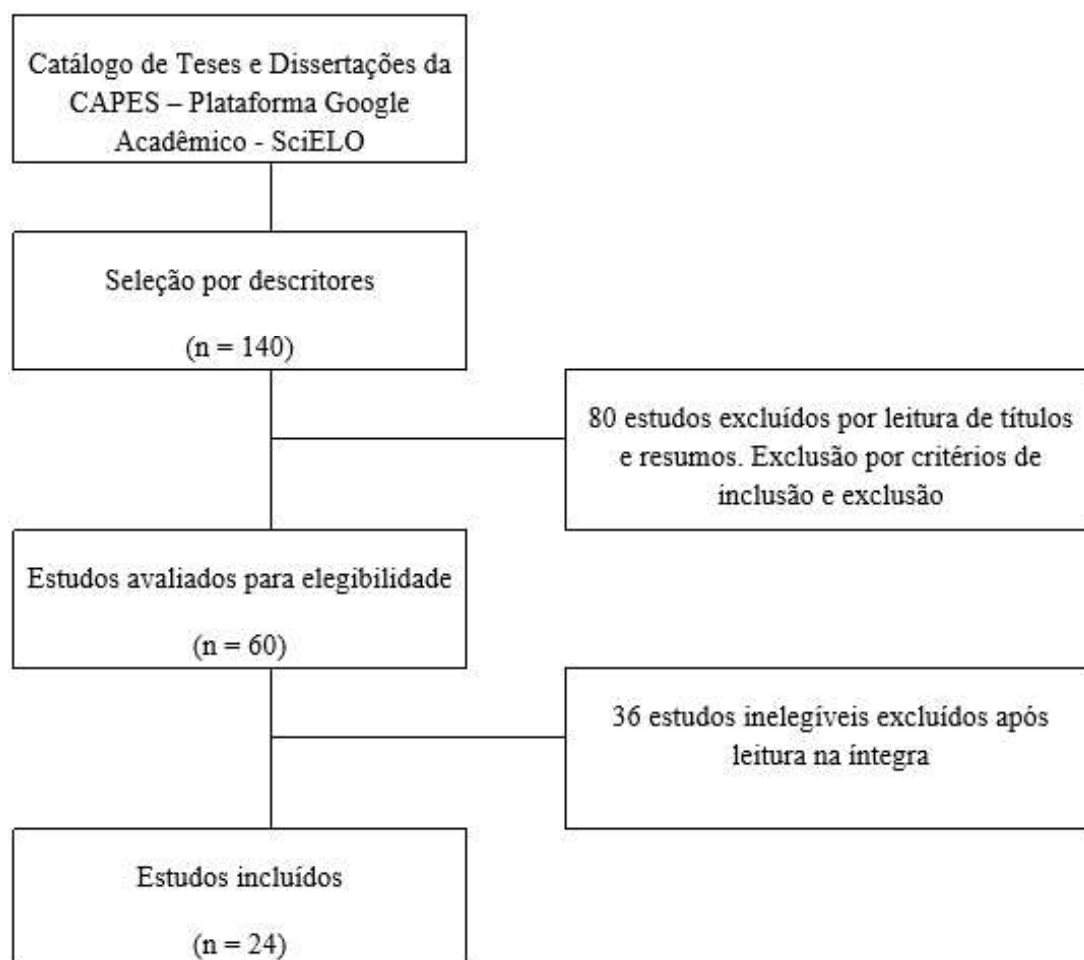
³ O Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES é uma plataforma oficial de pesquisa em textos completos de dissertações e teses de universidades brasileiras.

⁴ O Google Acadêmico consiste num mecanismo virtual de pesquisa que consegue listar produções acadêmicas de forma livre e gratuita.

⁵ A SciELO é uma biblioteca eletrônica científica online, de livre acesso, que reúne os principais trabalhos científicos do Brasil e do mundo.

- 1ª) Realizar o levantamento sobre a temática de “Resolução de Problemas Matemáticos”;
- 2ª) Acessar o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES;
- 3ª) Proceder ao movimento de buscas na página oficial da SciELO;
- 4ª) Verificar a existência de trabalhos na plataforma do Google Acadêmico;
- 5ª) Adotar os critérios estabelecidos para inclusão e exclusão de estudos;
- 6ª) Proceder à revisão sistemática dos artigos selecionados.

Figura 1 - Diagrama Representativo da Seleção dos Estudos constitutivos da Meta-análise



Fonte: elaborado pelo autor.

Para favorecer a compreensão do leitor, a figura, a seguir, sintetiza, por meio de um diagrama, o quantitativo de buscas realizadas, o número de trabalhos incluídos e excluídos e o total de trabalhos efetivamente considerados na análise desenvolvida.

A seguir, são apresentados, de forma detalhada, os resultados do levantamento de estudos objetivo geral e resultados alcançados.

2.2 SISTEMATIZAÇÃO DE PESQUISAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS

Conforme anunciado, aqui, invisto na sistematização dos materiais. Desse modo, na sequência, tem-se, o levantamento⁶ de estudos de RP selecionados neste processo de revisão sistemática de literatura. Os estudos selecionados, por sua vez, encontram-se publicados na Revista *Quadrante*, do ano de 2015, e na Revista *ZDM*, do ano de 2021.

2.2.1 Revista ZDM

Em relação à edição temática de RP, destaquei as seguintes informações técnicas: volume 53, edição 04, ano 2021. Essa edição especial, a propósito, é composta por dezesseis artigos científicos e um editorial de abertura. Dessa forma, ao fazer uma leitura flutuante dessas produções, consegui elucidar alguns dos seus principais pontos.

Para fins de organização, discuto cada um dos estudos dessa edição isoladamente. Para indicar qual estudo é, informo o título, em itálico, antecipado por um ícone (esfera preta).

- *Pesquisa Empírica sobre Resolução de Problemas e Formulação de Problemas: um olhar sobre o Estado da Arte*

A edição temática da revista *ZDM* abriu os trabalhos com o Editorial assinado pelos pesquisadores Peter Liljedahl e Jinfa Cai. A peça editorial, em linhas gerais, reafirma a crença popular de que o interesse dos educadores matemáticos em tematizar a Resolução e Formulação de Problemas continua vivo, despertando olhares e indagações providos de concepções contemporâneas.

⁶ A seleção das Revistas *ZDM* e *Quadrante* foi motivada por terem especialidade em Educação Matemática e por serem, para mim, mais fáceis de conseguir acesso ao seu material.

Ainda no Editorial, os autores tecem considerações importantes acerca de cada estudo integrante da edição temática da revista, apontando, ao final da escrita, algumas direções de pesquisas a serem desenvolvidas.

Sobre os artigos de pesquisa deste número temático, os autores ensaiaram uma categorização bem abrangente em que pudesse enquadrar os dezesseis artigos publicados. Segundo os autores, as pesquisas de RP apresentadas no número temático podem ser agrupadas nas seguintes linhas categóricas: o papel da colaboração na RP; o papel do desenvolvimento profissional na RP; o papel das variáveis de tarefa na RP; o papel da tecnologia na RP; RP como atividade cognitiva.

No que tange aos estudos de Proposição de Problemas matemáticos, Liljedahl e Cai estabeleceram três categorias genéricas de enquadramento, a saber: proposição de problemas como uma atividade cognitiva; proposição de problemas como um objetivo de aprendizagem; proposição de problemas como uma abordagem instrucional.

No fechamento da discussão editorial, Liljedahl e Cai apontam algumas perspectivas futuras de investigação nestes dois campos. Em relação à RP, eles entendem que o papel do contexto sociocultural se constitui num fenômeno de grande importância na contemporaneidade, especificamente quando se leva em consideração que a prática de resolução apresenta características sociais e colaborativas, as quais necessitam de maior exploração epistemológica.

No tocante à Proposição de Problemas, Liljedahl e Cai enfatizam várias direções investigativas, dentre as quais destaco: a necessidade de se investigar a Proposição de Problemas matemáticos em livros didáticos; a construção de modelos instrucionais de ensino e aprendizagem de Matemática por meio de Proposição de Problemas e a carência de estudos dessa natureza no domínio da Formação de Professores.

- *Um Modelo Descritivo de Fase de Resolução de Problemas*

Benjamin Rott, Birte Specht e Cristina Knipping escreveram este artigo com o intuito de *apresentar um modelo descritivo de fases de resolução de problemas matemáticos, ou seja, sugerir um modelo analítico que pode contribuir para a análise e descrição de processos de Resolução de Problemas observados empiricamente*. A proposta vai ao encontro da necessidade de compreender o funcionamento de movimentos cíclicos que são próprios da prática de RP reais. “Processos reais, não ideais, de resolução de problemas contêm erros, desvios e ciclos, e

não seguem uma sequência pré-determinada, como se presume nos modelos normativos” (Rott, Specht e Knipping, 2021, p. 737).

O modelo desenvolvido pelos autores permite a identificação de aspectos essenciais da prática de RP e a possibilidade de cotejo dos processos de RP ocorridos em contextos e/ou grupos colaborativos diferentes. O modelo descritivo sugerido pelos pesquisadores apresenta maior viabilidade analítica para a verificação dos aspectos naturais da prática resolutive de problemas do que os processos normativos, inerentemente associados a um ritual de linearidade de ações.

Os resultados do estudo apontam que o modelo descritivo de fases pode favorecer a identificação de episódios e nuances muitas vezes implícitas no movimento resolutório de problemas matemáticos, por exemplo, o movimento do “ir e vir”, o de “idas e vindas” e o da busca incessante pelo caminho ideal para se chegar à solução completa da tarefa problematizadora. Ainda nas conclusões, os autores indicam que o modelo descritivo de fases oportuniza o cotejo de processos de resolução praticados por diferentes grupos colaborativos.

Por fim, segundo os autores, o modelo analítico sugerido pode distinguir as tarefas propostas em problemas matemáticos ou em exercícios rotineiros de mera repetição; bem como processos de RP bem-sucedidos ou práticas de resolução mal sucedidas.

- *Transposição Cultural de uma Sala de Aula Pensante: para conceber possíveis impensados na Atividade de Resolução de Problemas Matemáticos*

Os pesquisadores Maria Melo, Tiziana Pacelli e Peter Liljedahl produziram este artigo para *compreender quais tipos de impensados de Resolução de Problemas que futuros professores de Matemática podem desenvolver dentro de um programa de Desenvolvimento Profissional enquadrado na perspectiva teórica da Transposição Cultural*. O estudo assumiu a noção de Transposição Cultural para desenvolver um curso de formação docente que pudesse despertar indagações inexploradas nos participantes e conseguisse contribuir para a transformação de crenças pessoais que julgassem necessárias ao seu desenvolvimento intelectual e profissional.

O programa de desenvolvimento profissional conduzido pelos autores serviu de espaço para o encontro de práticas educativas de ensino e aprendizagem de Matemática provenientes de diferentes contextos culturais e escolares. Na visão dos autores, a teoria da Transposição Cultural permite a cada participante do projeto formador ir ao encontro de práticas, concepções e métodos de outros grupos culturais, na pessoa dos colegas de formação, e adentrar no

movimento de socialização de saberes, possibilitando, dessa maneira, elaborar questionamentos de sua própria prática instrucional, desatando o nó das concepções impensadas.

Os resultados da pesquisa sugerem que dois professores participantes do curso de desenvolvimento profissional manifestaram ideias impensadas a partir da prática de RP, orientadas pela noção de Transposição Cultural. Isso pode ser verificado em alguns dados empíricos obtidos ao longo da investigação que revelaram essa ocorrência.

De igual modo, foi possível observar, nos resultados da pesquisa, que os dois professores se conscientizaram dos sentidos impensados e procuraram transformá-los, abrindo horizontes às mudanças pessoais necessárias à prática docente.

- *Criatividade como Função da Especialidade em Resolução de Problemas: formulando Novos Problemas por meio de Investigações*

As pesquisadoras Haim Elgrably e Rosa Leikin desenvolveram este estudo com o objetivo de *compreender as relações existentes entre criatividade e formulação de problemas de matemática manifestadas por dois grupos de participantes com diferentes tipos de abordagem matemática*. O estudo empírico ocorreu com dois grupos de indivíduos, de modo independente, formados: um por oito participantes da Olimpíada Nacional da Matemática de Israel; outro por onze graduandos do curso de Matemática que apresentavam notável desempenho acadêmico em sua trajetória universitária.

A pesquisa conseguiu evidenciar que os participantes oriundos da Olimpíada da Matemática expressaram maior habilidade em formular problemas matemáticos em tarefas investigativas, possivelmente pela característica própria desses indivíduos de se movimentarem em torno da curiosidade permanente, do estímulo à testagem do ‘novo’, do desconhecido, do caminho que ainda não se abriu para a emancipação do saber latente no interior do seu mundo particular.

Os participantes da pesquisa do grupo dos graduandos em Matemática, contudo, tiveram um desempenho na proposição de problemas por investigação bem aquém. Certamente, sua formação matemática orientada para um conhecimento altamente acadêmico e focado em conceitos bem estruturados e amplamente reconhecidos pela literatura o condiciona a desenvolver tarefas nos mesmos padrões instrucionais a que são submetidos.

- *Tarefas do Tipo “Quem-Está-Certo?” como meio de Apoiar Práticas Coletivas de Olhar para Trás*

Este estudo, desenvolvido por Boris Koichu, Reut Parashá e Michal Tabach tem por finalidade *compreender as potencialidades da tarefa matemática do tipo ‘Quem-Está-Certo?’ no fortalecimento das práticas retrospectivas da resolução de problemas matemáticos*. Os autores contextualizam o estudo sugerindo que pouca atenção tem sido conferida a essa fase da resolução matemática de problemas, apesar de sua reconhecida relevância.

Os dados da pesquisa consistem em gravações de áudio e vídeo produzidos por seis grupos de estudantes de Matemática do Ensino Médio, que participaram ativamente da realização de uma tarefa matemática do tipo ‘Quem-Está-Certo?’, cujo foco era a RP referentes ao conceito de porcentagem. Os achados principais da investigação, a propósito, apontam que a tarefa proposta permite a promoção de diálogos e negociação de conhecimentos matemáticos na fase final da RP, além dos debates relativos às estratégias heurísticas. Dessa forma, fica evidenciado que a adoção da tarefa do ‘Quem-Está-Certo?’ torna-se um caminho possível para se conseguir chegar ao esquecido campo da fase retrospectiva da RP.

- *Avaliação do Impacto de um Programa de Desenvolvimento Profissional de Professores no Desempenho dos Alunos na Resolução de Problemas*

Farzaneh Saadati e Patrício Felmer produziram este artigo como fruto de um projeto maior desenvolvido por ambos. O projeto, cujo título do artigo elucida claramente, consistia na execução de um Programa de Desenvolvimento Profissional de Professores de Matemática da Educação Básica do Chile, que transcorreu durante o período de um ano letivo. Assim, o objetivo principal do artigo é *relatar as implicações do desenvolvimento profissional na proficiência matemática de resolução de problemas de estudantes cujos professores são oriundos deste projeto*.

A pesquisa foi de caráter experimental, cuja amostra foi constituída, de um lado, por estudantes do Ensino Médio de Matemática que tiveram como professores os participantes do projeto de desenvolvimento profissional e, de outro, por estudantes cujos professores não tiveram esta experiência formativa. Esse último se configurou como grupo controle da pesquisa.

O procedimento experimental abrangeu basicamente o desenvolvimento de tarefas de RP nos dois grupos de estudantes. A referência para a identificação dos eventuais avanços dos estudantes foi um diagnóstico prévio – pré-teste – aplicado a eles, bem como uma avaliação posterior – pós-teste –, por meio dos quais os pesquisadores puderam se basear e procederem às interpretações necessárias para a conclusão do estudo.

Os resultados sugeriram que os professores participantes do projeto formativo conseguiram ampliar a proficiência em RP dos seus respectivos estudantes, ao passo que os professores do grupo controle mantiveram o patamar da fase inicial da experimentação. Outro ponto destacado pelos autores é que, para aprimorar a proficiência em RP de estudantes, torna-se fundamental oportunizar diferentes experiências teórico-metodológicas aos educadores que atuam diretamente nos espaços escolares.

- *Ensinar Matemática por meio da Formulação de Problemas: Percepções a partir de Análise de Casos de Ensino*

No intuito de *compreender o ensino da Matemática através da proposição de problemas, a partir da análise de 22 casos de ensino*, Huirong Zhang e Jinfa Cai produziram esse artigo como forma de teorizar os achados de uma pesquisa empírica desenvolvida no seio do desenvolvimento profissional de professores de Matemática. O projeto de desenvolvimento profissional conduzido pelos autores consistiu em sessões de formação continuada centrada em experiências formativas de Proposição de Problemas como estratégia instrucional para se ensinar conceitos matemáticos.

Os dados empíricos da pesquisa se constituíram de gravações de áudio e vídeo das sessões de formação profissional, os quais foram submetidos a procedimentos analíticos que evidenciaram os possíveis padrões discursivos identificados nos 22 casos de ensino investigados. Nesse sentido, os pesquisadores apontaram três achados inéditos e uma conclusão abrangente em relação ao projeto observado.

O primeiro achado sugere que o ensino e a aprendizagem de Matemática que se deseja com a prática de Proposição de Problemas só se viabilizam com o uso de tarefas instrucionais. A segunda descoberta aponta para a atenção que o professor de Matemática necessita ter em relação ao movimento instrucional que pode ocorrer na sala de aula. Isso significa que o educador matemático deve planejar suas aulas regulares assumindo a possibilidade de se deparar com problemas de Matemática que os estudantes eventualmente formulem, mas que estejam fora do radar perceptivo de sua experiência docente. Esse fato novo, por assim dizer, pode desencadear outras ações educativas que o professor naturalmente precisará conduzir.

A terceira evidência levantada discute as implicações da prática da formulação de problemas no saber/fazer docentes. Ou seja, os autores sugerem que a participação dos professores no desenvolvimento profissional trouxe resultados positivos nas suas habilidades instrucionais. Por fim, a conclusão abrangente sugere que são necessários mais estudos de casos

de ensino que possam esclarecer as nuances e lacunas ainda existentes no campo da Proposição de Problemas de Matemática.

- *Resolução Colaborativa de Problemas em um Ambiente Rico em Escolhas*

Michael Pruner e Peter Liljedahl buscam compreender como ocorre a RP em grupos colaborativos e encenados em ambientes ricos em escolha. Os autores assumem como marco teórico de interpretação o Modelo Exploratório de RP, proposto por Koichu (2018), pontuando que a resolução colaborativa de problemas pode ser mais bem promovida em contextos que oportunizem diversas possibilidades recursais aos resolvidores, em seu processo de resolução.

Por meio de gravação de áudio e vídeo, foi possível capturar os episódios de uma sala de aula pensante, desenvolvida e arquitetada pelos pesquisadores, com o fito de levantar as informações empíricas para a investigação. Aos estudantes, foram oportunizados recursos materiais (quadro, lápis, computador) e recursos informativos (livros, internet, diálogos com colegas e professores) para ampliar o leque de possibilidades de resolução dos grupos observados.

Nesse sentido, os achados da pesquisa apontam que a resolução colaborativa de problemas parece ser uma estratégia promissora para os professores assumirem em suas práticas educativas, de modo a fomentar a RP nas salas de aula e aumentar as condições resolutivas dos estudantes que estejam vivenciando essa experiência escolar.

- *Competências e Comportamentos Observados quando os Estudantes Resolvem Problemas de Demonstração em Geometria: um estudo de Entrevista com a Tecnologia smart pen*

Michelle Cirillo e Jenifer Hummer desenvolveram este estudo para *compreender o funcionamento dos aspectos de dificuldade presentes nas tarefas matemáticas de resolução de problemas que abordam demonstrações de Geometria escolar*. O estudo se baseou empiricamente nos dados obtidos de um conjunto de 20 entrevistas realizadas com estudantes que resolveram tarefas de resolução de provas demonstrativas relacionadas a conceitos do campo da Geometria.

A escolha dos estudantes tomou como referência as notas avaliativas obtidas no desenvolvimento destas tarefas, permitindo o estabelecimento de dois grupos principais de participantes. Um grupo se destinou aos estudantes que conseguiram desempenho satisfatório

nos problemas de demonstração (sendo 7 participantes), outro grupo reuniu os estudantes que apresentaram dificuldades em solucioná-los (totalizando 13 participantes).

A pesquisa foi conduzida de modo que cada participante selecionado compartilhasse, em voz alta, as ideias e concepções assumidas para o processo de demonstração, revelando comportamentos e competências que pudessem evidenciar o funcionamento das provas em Geometria escolar. Os resultados mostram que grandes diferenças puderam ser observadas na frequência com que os estudantes dos dois grupos exibiam certas competências e comportamentos de RP de prova em Geometria.

- *Examinando a Resolução de Problemas Matemáticos de Estudantes do Ensino Fundamental em um Contexto de Programação: rumo a uma educação matemática aprimorada computacionalmente*

Neste artigo, Oi-Lam Ng e Zhihao Cui tiveram como propósito maior *compreender como a prática de resolução de problemas matemáticos ocorre em ambientes de criação digital*. Nesse sentido, a pesquisa foi desenvolvida com estudantes da 5ª e 6ª séries do Ensino Fundamental que participaram de um evento educativo cujo foco maior era a resolução de um conjunto de problemas matemáticos associado a recursos tecnológicos bem avançados.

As tarefas propostas consistiam em problemas planejados para mobilizar simultaneamente conceitos matemáticos e computacionais nos estudantes, de modo a desenvolverem suas criações digitais. O ambiente de aprendizagem abrangeu um cenário provido de recursos de diferentes naturezas.

Ao fim da pesquisa, os autores evidenciaram que a experiência educativa proporcionada aos estudantes parece ter fomentado a capacidade de integrar, num movimento indissociável, elementos da Educação Matemática e da Ciência da Computação. Assim, de acordo com seus achados empíricos, os pesquisadores sugeriram que a prática de RP pode ser aprimorada e favorecer uma maior aprendizagem de Matemática, quando realizada no contexto computacional.

- *Explorando a Formulação de Problemas Matemáticos de Estudantes de Graduação*

Este artigo tem como objetivo *compreender os tipos de problemas formulados por estudantes de graduação em Matemática*. Para isso, Steven Silber e Jinfa Cai observaram 45

graduandos em Matemática de uma universidade pública que se submeteram a um conjunto de quatro tarefas matemáticas de Proposição de Problemas.

Tais estudantes, no entanto, foram selecionados propositalmente por aqueles que apresentaram baixos rendimentos escolares em Matemática. Os pesquisadores planejaram e desenvolveram essas tarefas junto aos participantes da investigação de modo a levantar evidências empíricas que pudessem revelar a possível potencialidade da problematização na aprendizagem de conceitos matemáticos.

Nos resultados, os autores sugeriram que a prática matemática de Proposição de Problemas parece contribuir para um engajamento mais efetivo dos estudantes avaliados como de baixo rendimento escolar na aprendizagem de conceitos e procedimentos de natureza matemática. Além disso, a pesquisa aponta que outros aspectos de dimensão cognitiva precisam ser mais explorados para desvelar outras nuances de grande importância para o crescimento epistemológico do campo científico da Proposição de Problemas.

- *Setenta Anos de Formulação de Problemas em Livros Didáticos Chineses de Matemática Primária*

O estudo desenvolvido por Suijun Jia e Yiling Yao tem como objetivo principal *compreender a evolução das tarefas de proposição de problemas em livros didáticos chineses publicados a partir da década de 1950*. Os autores compuseram a amostra analítica do estudo com a seleção prévia de seis coleções de livros didáticos de Matemática do Ensino Fundamental produzidos e comercializados na China, entre 1950 e 2010.

Com as análises efetuadas, os autores puderam concluir o estudo sugerindo que a frequência de tarefas de Proposição de Problemas apresenta uma tendência de diminuição, à medida que a série escolar avança. Apesar desta decadência gradativa, as conclusões chamam a atenção para o fato de que a orientação curricular chinesa vai na direção de ampliar a ocorrência de tarefas problematizadoras nas suas escolas regulares.

- *A Compreensão Matemática dos Professores em Formação Inicial Exibida na Proposição e Resolução de Problemas*

Na intenção de *compreender como as tarefas de formulação de problemas podem favorecer a compreensão conceitual de ideias matemáticas*, Yiling Yao, Stephen Hwang e Jinfa Cai conduziram este estudo junto a futuros professores de Matemática, na sua fase de formação

inicial. A pesquisa foi desenvolvida a partir de tarefas de Proposição de Problemas, por meio das quais os participantes foram estimulados a expressar matematicamente suas concepções epistemológicas da divisão de frações.

Ao longo do estudo, os autores levantaram observações importantes de aspectos implícitos do movimento de problematização. Uma observação destacada se refere à limitação existente em determinadas tarefas de Proposição de Problemas que normalmente solicita uma maneira única de materializar a questão problematizadora.

Para os autores, os gráficos construídos pelos participantes da pesquisa poderiam ter revelado muito mais evidências de natureza procedimental do que propriamente conceitual, levando em consideração a prática comum de estudantes de priorizar aspectos procedimentais nos seus estudos e no desenvolvimento de tarefas matemáticas.

A pesquisa, em linhas gerais, mostrou que as tarefas de Proposição de Problemas podem contribuir para mobilização de compreensão conceitual de ideias matemáticas, ampliando a gama de possibilidades educativas legitimadas pelos educadores matemáticos.

- *Desempenho de Problemas Matemáticos de Estudantes Chineses do Ensino Fundamental*

Yufeng Guo, Jiajie Yan e Tongyu Men escreveram este artigo como fruto de uma pesquisa que teve como objetivo *compreender o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas de estudantes em três fases diferentes de escolaridade*. A investigação centrou-se em um grupo de estudantes matriculados em todo o ciclo do Ensino Fundamental da China.

A investigação foi realizada tendo por base a proposição de três tarefas de RP aos estudantes, sendo uma delas relacionada à Matemática, outra associada a questões do mundo real e uma terceira referente à problema de saúde básica. Os problemas, segundo os autores, foram os mesmos para todos os estudantes da amostra, independentemente da série escolar que cursavam.

Os pesquisadores constataram que os problemas relacionados ao mundo real e os associados à saúde básica parecem se revestir de progressão evolutiva observável com o avanço da escolaridade dos participantes. Em relação aos problemas matemáticos, no entanto, esse comportamento não foi identificado. Os estudantes não expressaram nenhuma tendência de evolução na RP, sendo percebido certa irregularidade ao longo da escolarização observada.

- *Crie seu Próprio Problema! Quando Recebem Cenas do Mundo Real, os Estudantes Formulam e Resolvem Problemas de Modelagem?*

Com o objetivo de *compreender que tipos de problemas os estudantes formulam e como os alunos resolvem diferentes tipos de problemas autogerados*, os pesquisadores Luisa-Marie Hartmann, Janina Krawitz e Stanislaw Schukajlow produziram este artigo, que contou com a participação de 82 estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola da Alemanha.

A investigação foi realizada a partir de situações apresentadas aos estudantes para que eles pudessem formular seus próprios problemas matemáticos e que os resolvessem. Desse modo, para compreender o fenômeno investigado, os pesquisadores assumiram uma perspectiva teórica de Modelagem Matemática como lente interpretativa de aspectos do mundo real subjacentes nas problematizações levantadas pelos participantes.

As descobertas apontaram que os estudantes conseguem formular problemas relacionados à realidade e que isso demanda certo conhecimento matemático para tal. Nesse sentido, destacam-se as potencialidades da Proposição de Problemas como uma estratégia eficaz para se explorar determinadas situações do mundo real e, consequentemente, para o desenvolvimento de habilidades de Modelagem.

- *Suspensão de Construção de Sentido em Resolução de Problemas de Estudantes de Matemática*

Gemma Carotenuto, Pietro Di Martino e Marta Lemmi produziram esse artigo com o objetivo de *compreender os efeitos de variações na apresentação de problemas de palavras sobre as abordagens de resolução adotadas pelos estudantes*. A pesquisa destaca que o estudo de RP é permeado de grande complexidade e revestido de necessidades epistemológicas para investigações futuras.

No Referencial Teórico, os autores trazem as ideias filosóficas do conceito de suspensão da construção de sentido em RP. É discutido o conceito da suspensão e uma interpretação particular deste fenômeno, em que é assumido, no estudo realizado, que a suspensão é a ativação de tipos alternativos de produção de sentido, para a RP.

Desse modo, os autores tentam explicar que as variáveis presentes nos problemas matemáticos ativam diferentes mecanismos de suspensão de sentido, dado que cada indivíduo pode desenvolver uma interpretação particular dos enunciados de cada problema que lhe é proposto.

Os resultados do estudo mostram que o fenômeno da suspensão da criação de sentido é mais precisamente um fenômeno de ativação de tipos alternativos de criação de sentido: os

diferentes tipos de criação de sentido parecem ser aperfeiçoados pela apresentação do problema de palavra.

Discutidos os estudos, a seguir, é apresentado o Quadro 1, o qual reúne uma síntese das produções acadêmicas publicadas na Revista *ZDM*, volume 53, edição 04, ano 2021.

Quadro 1 – Síntese das Produções Científicas - Edição Temática: Resolução de Problemas - Revista ZDM

Autor(es)	Título	Pergunta/Objetivo	Resultado/Conclusão
LILJEDAHL, Peter; CAI, Jinfā.	Pesquisa Empírica sobre Resolução de Problemas e Formulação de Problemas: um olhar sobre o estado da arte	*por se tratar de um editorial, não apresentou esse item	Os autores sintetizam a edição temática refletindo sobre a crença popular de que o interesse dos educadores matemáticos em tematizar a Resolução e Formulação de Problemas continua vivo, despertando olhares e indagações providos de concepções pós-modernistas.
ROTT, Benjamin; SPECHT, Birte; KNIPPING, Cristina	Um Modelo Descritivo de Fase de Resolução de Problemas	Apresentar um modelo descritivo de fases de resolução de problemas matemáticos, ou seja, sugerir um modelo analítico que pode contribuir para a análise e descrição de processos de Resolução de Problemas observados empiricamente	Os resultados do estudo apontam que o modelo descritivo de fases pode favorecer a identificação de episódios e nuances muitas vezes implícitos no movimento resolutório de problemas matemáticos, como, por exemplo, o movimento do “ir e vir”, o de “idas e vindas” e o da busca incessante pelo caminho ideal para se chegar à solução completa da tarefa problematizadora. Ainda nas conclusões, os autores indicam que o modelo descritivo de fases oportuniza o cotejo de processos de resolução praticados por diferentes grupos colaborativos.
MELO, Maria; PACELLI, Tiziana; LILJEDAHL, Peter	Transposição Cultural de uma Sala de Aula Pensante: para conceber possíveis impensados na atividade de resolução de problemas matemáticos	Compreender quais tipos de impensados de Resolução de Problemas que futuros professores de Matemática podem desenvolver dentro de um programa de Desenvolvimento Profissional enquadrado na perspectiva teórica da Transposição Cultural.	Os resultados da pesquisa sugerem que dois professores participantes do curso de desenvolvimento profissional manifestaram ideias impensadas a partir da prática de Resolução de Problemas matemáticos, orientadas pela noção de Transposição Cultural. Isso pode ser verificado em alguns dados empíricos obtidos ao longo da investigação que revelaram essa ocorrência. De igual modo, foi possível observar nos resultados da pesquisa que os dois professores se conscientizaram dos sentidos impensados e procuraram transformá-los, abrindo horizontes às mudanças pessoais necessárias à prática docente.
ELGRABLY, Haïm; LEIKIN, Rosa.	Criatividade como Função da Especialidade em Resolução de Problemas: formulando novos problemas por meio de investigações	Compreender as relações existentes entre criatividade e formulação de problemas de matemática manifestadas por dois grupos de participantes com diferentes tipos de abordagem matemática.	A pesquisa conseguiu evidenciar que os participantes oriundos da Olimpíada da Matemática expressaram maior habilidade em formular problemas matemáticos em tarefas investigativas, possivelmente pela característica própria desses indivíduos de se movimentarem em torno da curiosidade permanente, do estímulo à testagem do ‘novo’, do desconhecido, do caminho que ainda não se abriu para a emancipação do saber latente no interior do seu mundo particular.

KOICHU, Boris PARASHÁ, Reut TABACHI, Michal	Tarefas do Tipo “Quem-Está-Certo?” como meio de Apoiar Práticas Coletivas de olhar para Trás	Compreender as potencialidades da tarefa matemática do tipo ‘Quem-Está-Certo?’ no fortalecimento das práticas retrospectivas da resolução de problemas matemáticos.	Os achados principais da investigação apontam que a tarefa proposta permite a promoção de diálogos e negociação de conhecimentos matemáticos na fase final da resolução de problemas, além dos debates relativos às estratégias heurísticas. Dessa forma, fica evidenciado que a adoção da tarefa do ‘Quem-Está-Certo?’ torna-se um caminho possível para se conseguir chegar ao esquecido campo da fase retrospectiva da resolução de problemas.
SAADATI, Farzaneh; FELMER, Patrício	Avaliação do Impacto de um Programa de Desenvolvimento Profissional de Professores no Desempenho dos Alunos na Resolução de Problemas	Relatar as implicações do desenvolvimento profissional na proficiência matemática de resolução de problemas de estudantes cujos professores são oriundos do projeto de Desenvolvimento Profissional de Professores de Educação Básica do Chile.	Os resultados sugeriram que os professores participantes do projeto formativo conseguiram ampliar a proficiência em resolução de problemas dos seus respectivos estudantes, ao passo que os professores do grupo controle mantiveram o mesmo patamar da fase inicial da experimentação. Outro ponto destacado pelos autores é que, para aprimorar a proficiência em resolução de problemas matemáticos de estudantes, torna-se fundamental oportunizar diferentes experiências teórico-metodológicas aos educadores que atuam diretamente nos espaços escolares.
ZHANG, Huirong; CAI, Jinfa	Ensinar Matemática por meio da Formulação de Problemas: percepções a partir de análise de casos de ensino	Teorizar os achados de uma pesquisa empírica desenvolvida no seio do desenvolvimento profissional de professores de Matemática.	O primeiro achado sugere que o ensino e a aprendizagem de Matemática que se deseja com a prática de formulação de problemas só se viabiliza com o uso de tarefas instrucionais. A segunda descoberta aponta para a atenção que o professor de Matemática necessita ter em relação ao movimento instrucional que pode ocorrer na sala de aula. Isso significa que o educador matemático deve planejar suas aulas assumindo o risco de se deparar com problemas de Matemática que os estudantes eventualmente formulem, mas que estejam fora do radar perceptivo de sua experiência docente. Este fato novo, por assim dizer, pode desencadear outras ações educativas que o professor naturalmente precisará conduzir. A terceira evidência levantada discute as implicações da prática da formulação de problemas no saber/fazer docentes. Ou seja, os autores sugerem que a participação dos professores no desenvolvimento profissional revelou resultados positivos nas suas habilidades educativas. Por fim, a conclusão abrangente sugere que são necessários mais estudos de casos de ensino que possam ampliar as

			nuances e lacunas ainda existentes no campo da formulação matemática de problemas.
PRUNER, Michael; LILJEDAHN, Peter	Resolução Colaborativa de Problemas em um Ambiente Rico em Escolhas	Compreender como ocorre resolução de problemas em grupos colaborativos e encenados em ambientes ricos em escolha.	Os achados da pesquisa apontam que a resolução colaborativa de problemas parece ser uma estratégia promissora para os professores assumirem em suas práticas educativas, de modo a fomentar a resolução de problemas nas salas de aula e aumentar as condições resolutivas dos estudantes que estejam vivenciando essa experiência escolar.
CIRILLO, Michelle; HUMMER, Jenifer	Competências e Comportamentos Observados quando os Estudantes Resolvem Problemas de Demonstração em Geometria: um estudo de entrevista com a tecnologia <i>smart pen</i>	Compreender o funcionamento dos aspectos de dificuldade presentes nas tarefas matemáticas de resolução de problemas que abordam demonstrações de Geometria escolar.	Os resultados mostram que grandes diferenças puderam ser observadas na frequência com que os estudantes dos dois grupos exibiam certas competências e comportamentos de resolução de problemas de prova em Geometria.
NG, Oi-Lam; CUI, Zhihao	Examinando a Resolução de Problemas Matemáticos de Estudantes do Ensino Fundamental em um Contexto de Programação: rumo a uma educação matemática aprimorada computacionalmente	Compreender como a prática de resolução de problemas matemáticos ocorre em ambientes de criação digital.	Os autores evidenciam que a experiência educativa proporcionada aos estudantes parece ter fomentado a capacidade de integrar, num movimento indissociável, elementos da Educação Matemática e da Ciência da Computação. De acordo com seus achados empíricos, os pesquisadores sugeriram que a prática de resolução de problemas pode ser aprimorada e favorecer uma maior aprendizagem de Matemática, quando realizada no contexto computacional.
SILBER, Steven; CAI, Jinfa	Explorando a Formulação de Problemas Matemáticos de Estudantes de Graduação	Compreender os tipos de problemas formulados por estudantes de graduação em Matemática. Para isso, os pesquisadores observaram 45 graduandos em Matemática de uma universidade pública que se submeteram a um conjunto de quatro tarefas matemáticas de formulação de problemas.	Nos resultados, os autores sugeriram que a prática matemática de formulação de problemas consegue contribuir para um engajamento mais efetivo dos estudantes avaliados como de baixo rendimento escolar na aprendizagem de conceitos e procedimentos de natureza matemática. Além disso, a pesquisa aponta que outros aspectos de dimensão cognitiva precisam ser mais explorados para desvelar outras nuances de grande importância para o crescimento epistemológico do campo da Proposição de Problemas.
JIA, Sujun; YAO, Yiling	Setenta Anos de Formulação de Problemas em Livros Didáticos Chineses de Matemática Primária	Compreender a evolução das tarefas de proposição de problemas em livros	Com as análises efetuadas, os autores puderam concluir o estudo sugerindo que a frequência de tarefas de proposição de problemas apresenta uma tendência de diminuição, à medida que a série escolar avança. Apesar desta

		didáticos chineses publicados a partir da década de 1950.	decaência gradativa, as conclusões chamam a atenção para o fato de que a orientação curricular chinesa vai na direção de ampliar a ocorrência de tarefas problematizadoras nas suas escolas regulares.
YAO, Yiling; HWANG, Stephen; CAI, Cai	A Compreensão Matemática dos Professores em Formação Inicial Exibida na Formulação e Resolução de Problemas	Compreender como as tarefas de formulação de problemas podem favorecer a compreensão conceitual de ideias matemáticas de futuros professores de Matemática, na sua fase de formação inicial.	A pesquisa, em linhas gerais, mostrou que as tarefas de formulação de problemas podem contribuir para mobilização de compreensão conceitual de ideias matemáticas, ampliando a gama de possibilidades educativas legitimadas pelos educadores matemáticos.
GUO, Yufeng; YAN, Jiajie; MEN, Tongyu	Desempenho de Problemas Matemáticos de Estudantes Chineses do Ensino Fundamental	Compreender o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas de estudantes em três fases diferentes de escolaridade.	Os pesquisadores constataram que os problemas relacionados ao mundo real e os associados à saúde básica parecem se revestir de progressão evolutiva observável com o avanço da escolaridade dos participantes. Em relação aos problemas matemáticos, no entanto, esse comportamento não foi identificado. Os estudantes não expressaram nenhuma tendência de evolução na resolução de problemas matemáticos, sendo percebido certa irregularidade ao longo da escolarização observada.
HARTMANN , Luisa-Marie; KRAWITZ, Janina; SCHUKAJLO W, Stanislaw	Crie seu Próprio Problema! Quando Recebem Cenas do Mundo Real, os Estudantes Formulam e Resolvem Problemas de Modelagem?	Compreender que tipos de problemas os estudantes formulam e como os alunos resolvem diferentes tipos de problemas autogerados	As descobertas apontaram que os estudantes conseguem formular problemas relacionados à realidade e que demanda certo conhecimento matemático para tal. Nesse sentido, destaca-se as potencialidades da formulação de problemas como uma estratégia eficaz para se explorar determinadas situações do mundo real e, consequentemente, para o desenvolvimento de habilidades de modelagem.
CAROTENU TO, Gemma; MARTINO, Pietro Di; LEMMI, Marta	Suspensão de Construção de Sentido em Resolução de Problemas de Estudantes de Matemática	Compreender os efeitos de variações na apresentação de problemas de palavras sobre as abordagens de resolução adotadas pelos estudantes.	Os resultados do estudo mostram que o fenômeno da suspensão da criação de sentido é mais precisamente um fenômeno de ativação de tipos alternativos de criação de sentido: os diferentes tipos de criação ativa de sentido parecem ser fortemente afetados pela apresentação do problema da palavra.

Fonte: elaborado pelo autor.

2.2.2 Revista Quadrante

Em relação à edição temática de RP, destaco as seguintes informações técnicas: volume 24, edição 02, ano 2015. Essa edição especial, a propósito, é composta por seis artigos científicos originais e um editorial de abertura. Dessa forma, ao fazer uma leitura flutuante destas produções, consegui elucidar alguns dos seus principais pontos de destaque.

Assim, como no espaço de discussão anterior, para fins de organização, discuto cada um dos estudos dessa edição isoladamente. Para indicar qual estudo é, informo o título, em itálico, antecipado por um ícone (esfera preta).

- *Editorial - Resolução de Problemas*

A edição temática da revista *Quadrante* abriu os trabalhos com o Editorial assinado pelas pesquisadoras Susana Carreira e Joana Brocardo. A peça editorial, em linhas gerais, reafirma a centralidade da RP na criação e no desenvolvimento da Educação Matemática, enquanto área de investigação. Segundo as autoras, o movimento do *problem solving* serviu como um pilar essencial na construção do campo científico da Educação Matemática e continua mostrando sua força e vitalidade na problematização de fenômenos científicos da contemporaneidade.

As pesquisadoras apresentam outras reflexões importantes sobre a RP na Matemática enfatizando que

Mais recentemente, a centralidade da resolução de problemas adquiriu novos contornos, seja por se assumir a capacidade de resolução de problemas como elemento central da competência matemática, seja por se apostar na sua integração curricular de forma transversal, a par de outras capacidades igualmente essenciais no ensino e aprendizagem da Matemática (Carreira e Brocardo, 2016, p. 1).

É muito pertinente tal afirmação, principalmente por enfatizar o caráter dinâmico e evolutivo por que passa o conceito de RP, demonstrando se tratar de um fenômeno científico que se comporta com dinamicidade.

- *Conectando Experiências de Resolução de Problemas do Mundo Real e na Escola*

Ao desenvolver este estudo, Corey Brady, Cheryl L. Eames e Dick Lesh buscaram sugerir um conjunto de princípios de planejamento de tarefas matemáticas de resolução de

problemas que apresente características do ambiente escolar e do mundo real. Os autores discutem, preliminarmente, a necessidade de ressignificar as práticas matemáticas das escolas, enfatizando o movimento de transformações sociais que modificaram o mundo contemporâneo e que, naturalmente, impõe outras demandas à instituição escolar.

A pesquisa tomou como elementos empíricos de análise as informações obtidas de um episódio de ensino desenvolvido numa sala de aula de Matemática. Um dos autores elaborou e adaptou uma Atividade Geradora de Modelos e a desenvolveu com seus estudantes durante a aula. Após a realização da tarefa, os pesquisadores buscaram reflexões analíticas que culminaram na interpretação de seis princípios básicos de planejamento de Atividades Geradoras de Modelo, como uma forma de sugerir caminhos possíveis de estreitar as perspectivas de RP dos contextos escolares e os provenientes do mundo real.

- *Ensinar Matemática com Resolução de Problemas*

Nesta pesquisa, Isabel Vale, Teresa Pimentel e Ana Barbosa pretenderam *destacar o poder e a importância da resolução de problemas no ensino da Matemática, realçando o potencial das (re)soluções visuais, sobretudo pela simplicidade e criatividade que estas propostas podem apresentar.* As pesquisadoras fizeram uma abordagem global das perspectivas de RP discutidas nos últimos tempos e as confrontaram com suas visões particulares da temática.

Apresentaram, ainda, alguns aspectos importantes da recomendação da prática de RP nos currículos de Matemática, salientando que as orientações curriculares detêm forte potencial de instrução nos trabalhos docentes e na aprendizagem de conceitos matemáticos.

Por fim, as autoras reforçam a necessidade dos currículos de Matemática de abordarem com maior profundidade a prática de Resolução e de Proposição de Problemas, evidenciando sua influência no desenvolvimento da criatividade dos indivíduos e apontando as potencialidades da estratégia heurística do “procurar ver”, a qual parece se tornar uma alternativa profícua de impulsionar a realização de diversos problemas solucionáveis.

- *Relacionando as Percepções de Interesse e Dificuldade dos Estudantes com a Riqueza de Problemas Matemáticos Publicados no Site do CAMI*

Nesta pesquisa, Victor Freiman, Dominic Manuel pretenderam *investigar a possibilidade de vínculos entre as percepções de interesse e dificuldade dos membros do*

projeto CAMI em relação aos problemas matemáticos postados e a riqueza desses mesmos problemas, de acordo com os criadores do CAMI. Os autores descreveram os objetivos do projeto CAMI e expuseram os benefícios que vem agregando aos estudantes de todas as partes do Canadá, especificamente por oferecer um conjunto valioso de problemas matemáticos para aumentar a aprendizagem dos usuários da rede.

A ideia principal dos pesquisadores era compreender o teor de interesse e de dificuldade existentes nos problemas do site CAMI. Para tanto, partiram do princípio de que uma consulta online aos usuários da rede poderia revelar esse propósito. Em seguida, enviaram um questionário aos participantes indagando-os sobre o grau de interesse e de dificuldade que percebiam nos problemas. Simultaneamente, consultaram os criadores dos problemas do site CAMI sobre a mesma finalidade, com o objetivo de comparar/estabelecer alguma relação entre as percepções dos estudantes e dos criadores.

Embora não tenham encontrado uma relação estatisticamente forte, os autores deixam em aberto a possibilidade de aprofundar os estudos das tendências identificadas.

- *A Resolução de Problemas com a Folha de Cálculo na Aprendizagem de Métodos Formais Algébricos*

Sandra Nobre, Nélia Amado e João Pedro da Ponte discutiram, neste artigo, a possibilidade de *compreender de que forma a folha de cálculo como recurso para a resolução de problemas constitui uma estratégia valiosa na aprendizagem de métodos algébricos estudados no 9.º ano do ensino básico.* Os autores conduziram uma experiência de ensino nessa turma, mas decidiram analisar a produção da estudante Ana, cujas resoluções se tornaram o dado empírico para se compreender o fenômeno.

O artigo abordou as características gerais da RP, bem como apresentou elementos conceituais importantes dos registros de representação semiótica. No estudo, os autores adotaram o recurso da folha de cálculo como uma maneira de estimular a aprendizagem de métodos formais da Álgebra. A folha de cálculo, na visão dos autores, permite uma transição adequada do sistema numérico para o sistema algébrico de representação.

Os achados da pesquisa apontam que a adoção de tarefas de RP de Matemática, auxiliada por recursos capazes de ampliar a possibilidade de registros de representação semióticos, pode aumentar a aprendizagem de elementos conceituais da Álgebra, como é o caso de sistema de equações do 1º grau e de equações do 2º grau a uma incógnita.

- *Exercícios, Problemas e Explorações: perspectivas de professoras num estudo de aula*

Este artigo, escrito por João Pedro da Ponte, Marisa Quaresma, Joana Mata-Pereira e Mónica Baptista, teve como propósito *analisar as perspectivas sobre as tarefas a propor aos alunos de um grupo de cinco professoras do 2.º ciclo do ensino básico que participam num estudo de aula*. O quadro teórico discutiu basicamente os conceitos epistemológicos de exercícios, de tarefas, de explorações e de investigações matemáticas.

Na fase empírica da pesquisa, os autores lançaram mão do estudo de aula como lente analítica de interpretação do fenómeno, combinado com as técnicas de observação participante e peças documentais como produção de dados. Algumas tarefas foram desenvolvidas em sala de aula, sendo previamente planeadas entre os professores participantes da pesquisa e, posteriormente, discutidas suas observações.

Os resultados mostram que, a partir do trabalho efetuado no estudo de aula, os professores aceitam a distinção entre exercício, problema e exploração e valorizam a realização deste último tipo de tarefa. Reconhecem, também, as representações pictóricas como base para a elaboração de estratégias de RP pelos alunos. Além disso, passam a valorizar a realização de generalizações e justificações por parte dos alunos, reconhecendo que estes são, por vezes, capazes de surpreender o professor pela originalidade das suas estratégias de resolução dos problemas.

- *A Proposição de Problemas Verbais de Matemática: por que e como*

Maria Alice Veiga Ferreira de Souza e Henrique Manuel Guimarães publicaram este artigo no intuito de *analisar diferentes problemas verbais de Matemática, discutir alguns impactos que diversas formulações desses problemas podem causar sobre o desempenho dos resolvidores na sua resolução e justificar esses impactos com explicações das áreas da Educação Matemática, Psicologia Cognitiva, Linguística e Neuropsicologia*. Os autores chamaram a atenção, ao longo do artigo, para o enunciado de um problema, o qual requer atenção e prudência de seus formuladores, haja vista que é a fonte de informações para a resolução e por gerar representações mentais que podem favorecer ou constranger o processo de resolução, dependendo de como seja proposto.

Nesse sentido, ao final das discussões teóricas, os pesquisadores apontaram as seguintes evidências em relação à estruturação de um problema verbal de Matemática: 1) que os problemas devem ser formulados, sempre que possível, em sua forma mais curta, evitando

enunciados complexos e extensos; 2) que é recomendável adotar a sintaxe da voz ativa, em detrimento da voz passiva dos verbos; 3) que a ordem das informações verbais devem seguir a mesma referência dos cálculos a serem desenvolvidos pelos resolvidores; e 4) que sejam mobilizados vocábulos e expressões que tenham familiaridade semântica dos indivíduos.

Seguindo o procedimento adotado anteriormente, na sequência, é apresentado o Quadro 2 para sintetizar as produções acadêmicas publicadas na Revista *Quadrante*.

Quadro 2 - Síntese das Produções Científicas – Edição Temática: Resolução de Problemas – Revista Quadrante

Autor(es)	Título	Pergunta/Objetivo	Resultado/Conclusão
CARREIRA, Susana; BROCARD, Joana	Editorial - Resolução de Problemas. A edição temática da revista Quadrante abriu os trabalhos com o Editorial assinado pelas pesquisadoras.	*por se tratar de um editorial, não apresentou esse item	A peça editorial, em linhas gerais, reafirma a centralidade da resolução de problemas na criação e no desenvolvimento da Educação Matemática, enquanto área de investigação. Segundo as autoras, o movimento do <i>problem solving</i> serviu como um pilar essencial na construção do campo científico da Educação Matemática e continua mostrando sua força e vitalidade na problematização de fenômenos científicos na contemporaneidade.
BRADY, Corey; EAMES, Cheryl L.; LESH, Dick	Conectando Experiências de Resolução de Problemas do Mundo Real e na Escola	Sugerir um conjunto de princípios de planejamento de tarefas matemáticas de resolução de problemas que apresente características do ambiente escolar e do mundo real.	Após a realização da tarefa, os pesquisadores buscaram reflexões analíticas que culminaram na interpretação de seis princípios básicos de planejamento de Atividades Geradoras de Modelo, como uma forma de sugerir caminhos possíveis de estreitar as perspectivas de resolução de problemas dos contextos escolares e os provenientes do mundo real.
VALE, Isabel; PIMENTEL, Teresa; BARBOSA, Ana	Ensinar Matemática com Resolução de Problemas	Destacar o poder e a importância da resolução de problemas no ensino da matemática, realçando o potencial das (re)soluções visuais, sobretudo pela simplicidade e criatividade que estas propostas podem apresentar.	As autoras reforçam a necessidade dos currículos de Matemática de abordarem com maior profundidade a prática de resolução e de formulação de problemas, destacando sua influência no desenvolvimento da criatividade dos indivíduos e apontando as potencialidades da estratégia heurística do “procurar ver”, a qual parece se tornar uma alternativa profícua para impulsionar a realização de diversos problemas solucionáveis.
FREIMAN, Victor; MANUEL, Dominic	Relacionando as Percepções de Interesse e Dificuldade dos Estudantes com a Riqueza de Problemas Matemáticos Publicados no Site do CAMI	Investigar a possibilidade de vínculos entre as percepções de interesse e dificuldade dos membros do projeto CAMI em relação aos problemas matemáticos postados e a riqueza desses mesmos problemas, de	Embora não tenham encontrado uma relação estatisticamente forte, os autores deixam em aberto a possibilidade de aprofundar os estudos das tendências identificadas.

		acordo com os criadores do CAMI.	
NOBRE, Sandra; AMADO, Nélia; PONTE, João Pedro da	A Resolução de Problemas com a Folha de Cálculo na Aprendizagem de Métodos Formais Algébricos	Compreender de que forma a folha de cálculo como recurso para a resolução de problemas constitui uma estratégia valiosa na aprendizagem de métodos algébricos estudados no 9.º ano do ensino básico.	Os achados da pesquisa apontam que a adoção de tarefas de resolução de problemas de Matemática, auxiliada por recursos capazes de ampliar a possibilidade de registos de representação semióticos, pode aumentar a aprendizagem de elementos conceituais da Álgebra, como é o caso de sistema de equações do 1º grau e de equações do 2º grau a uma incógnita.
PONTE, João Pedro da; QUARESMA, Marisa; MATA-PEREIRA, Joana; BAPTISTA, Mónica	Exercícios, Problemas e Explorações: perspectivas de professoras num estudo de aula	Analisar as perspectivas das tarefas a serem propostas aos alunos de um grupo de cinco professoras do 2.º ciclo do ensino básico que participam de um estudo de aula.	Os resultados mostram que, a partir do trabalho efetuado no estudo de aula, as professoras aceitam a distinção entre exercício, problema e exploração e valorizam a realização deste último tipo de tarefa. Reconhecem, também, as representações pictóricas como base para a elaboração de estratégias de resolução de problemas pelos alunos. Além disso, passam a valorizar a realização de generalizações e justificações por parte dos estudantes, reconhecendo que estes são por vezes capazes de surpreender o professor pela originalidade das suas estratégias de resolução dos problemas.
SOUZA, Maria Alice Veiga Ferreira de; GUIMARÃES, Henrique Manuel	A Formulação de Problemas Verbais de Matemática: porquê e como	Analisar diferentes problemas verbais de Matemática, discutir alguns impactos que diversas formulações desses problemas podem causar sobre o desempenho dos resolvidores na sua resolução e justificar esses impactos com explicações das áreas da Educação Matemática, Psicologia Cognitiva, Linguística e Neuropsicologia.	Os pesquisadores apontaram as seguintes evidências em relação à estruturação de um problema verbal de Matemática: 1) que os problemas devem ser formulados, sempre que possível, em sua forma mais curta, evitando enunciados complexos e extensos; 2) que é recomendável adotar a sintaxe da voz ativa, em detrimento da voz passiva dos verbos; 3) que a ordem das informações verbais devem seguir a mesma referência dos cálculos a serem desenvolvidos pelos resolvidores; e 4) que sejam mobilizados vocábulos e expressões que tenham familiaridade semântica dos indivíduos.

Fonte: elaborado pelo autor.

3 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E PRÁTICAS COLABORATIVAS

3.1 PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NUMA PERSPECTIVA COLABORATIVA

Neste item, procuro abordar algumas noções de práticas escolares de natureza colaborativa no campo da Educação Matemática. Percebi que esta ideia na Educação Matemática é ampla e é preciso tecer recortes para que sua compreensão se torne clara.

3.1.1 Práticas Sociais de Educação Matemática

Um ponto que merece espaço para discussão se refere à consideração do ensino e aprendizagem, no viés da Educação Matemática, como práticas sociais. Assim, entendo-as pois há uma intencionalidade na Educação Matemática: é a efetivação do ensino e da aprendizagem e isso se dá com sujeitos, mediante práticas. Nesse sentido, as práticas educativas desenvolvidas na Educação Matemática consistem em ações realizadas por diferentes sujeitos, por meio das quais se busca o ensino e a aprendizagem de conhecimentos matemáticos. Entendo que o conhecimento matemático se torna elemento central destas práticas, que podem ser promovidas por educadores, estudantes, gestores, dentre outros. Nessa perspectiva, identifiquei que a literatura científica tem admitido várias dessas práticas como referentes ao ensino e aprendizagem, a exemplo do que é discutido por Rico (1999).

As práticas escolares da Educação Matemática, conforme mencionado anteriormente, tem como objetivo principal o ensino e a aprendizagem de ideias matemáticas, o que é defendido por Rico (1999). Essa qualidade das práticas, que tem uma intencionalidade, a caracteriza como prática social. Nesse sentido, as práticas matemáticas se consistem práticas sociais, pois apresentam um elemento intencional em sua abordagem.

A exemplo, as práticas sociais que se situam no campo da Educação Matemática abrangem iniciativas relacionadas, dentre outras, à produção de livros didáticos de Matemática, às políticas públicas curriculares, à formação inicial e continuada de professores, às estratégias de ensino e aprendizagem, às Tecnologias Digitais, à construção de memórias históricas que trazem a Matemática para o centro de suas lembranças, dentre outras.

Em específico, a produção de livros didáticos, por exemplo, constitui um exemplo elucidativo dessas práticas. A construção de um livro de Matemática é composta de diferentes fases, sendo realizadas por editores, por autores e por avaliadores. O conjunto dessas ações

constitui práticas matemáticas, pois tem, no processo de ensino e aprendizagem, seu propósito final.

As práticas sociais de Educação Matemática, consoante Rico (1999), podem ser observadas também nos processos de ensino e aprendizagem ocorridos em sala de aula, nos quais há relações estabelecidas entre professores e alunos. As estratégias educativas implementadas pelos professores constituem uma modalidade específica dessas práticas, já que o seu objetivo principal é a construção de novos conhecimentos matemáticos.

Nessa perspectiva, percebi que, nos últimos anos, a literatura de pesquisa vem desenvolvendo estudos para compreender melhor a natureza dessas práticas de Educação Matemática. Para Valero (1999), as práticas sociais de Educação Matemática têm natureza ideológica⁷, pois estão ligadas a um conjunto de crenças que o sujeito possui sobre a Matemática e sobre seus processos de ensino e aprendizagem.

Desse modo, considero o reconhecimento dessas crenças como fator essencial para se compreender o desenvolvimento das práticas de Educação Matemática, representadas, como dito anteriormente, pelos movimentos de produção de livros didáticos, formação de professores, formulação de políticas curriculares, dentre outras práticas.

Essa dimensão ideológica está presente em todos os cenários de prática em que a educação matemática ocorre. Ela é construída histórica e socialmente como resultado da interação das pessoas que participam da educação matemática em seus diferentes cenários. Também determina a maneira como os diferentes participantes dessas práticas sociais envolvem os outros e sua própria atividade (Valero, 1999, p. 21, tradução nossa).

Para a autora, a ideologia se comporta como um fio condutor que confere sentido às práticas matemáticas. Cada sujeito (professor, estudante, gestores) tem uma atuação particular nesse mundo de práticas, orientado pela ideologia que preenche sua subjetividade. Ainda, Valero (1999), sugere três tipos distintos de ideologia, que dão contorno às práticas escolares de Educação Matemática. Para esta pesquisa, a ideologia dialógica é a que melhor consegue contribuir para responder a questão de pesquisa levantada.

3.1.1.2 Ideologia Dialógica

⁷ O conceito de ideologia consiste num conjunto de ideias adquiridas e manifestadas pelos sujeitos no contexto de suas relações sociais e que representa seus modos de existência, sempre em convivência com o outro, na coletividade (Valero, 1999).

A ideologia dialógica consiste no reconhecimento de que os seres humanos têm característica social, em constante relação com o outro, e cuja existência está atrelada à sua capacidade de agir e de participar em conexão com a comunidade da qual é membro (Valero, 1999). Por essa ideologia, é possível compreender a importância dos sujeitos em construir relações sociais numa coletividade para manter acesa sua chama existencial, uma vez que a atuação do indivíduo em coletividade pode favorecer a geração e a transformação de suas condições sociais de vida.

Ainda, conforme Valero (1999, p. 22), “O cerne desta noção de seres humanos é ação, pois é o que provoca a produção da condição de vida”. Para a autora, a ideologia dialógica das práticas de Educação Matemática impulsiona as ações colaborativas dos sujeitos que são desenvolvidas no âmbito de suas experiências coletivas de ensino e aprendizagem de Matemática. A ideologia dialógica, na Educação Matemática, pode promover a formação escolar dos estudantes a partir de uma perspectiva colaborativa dos seus membros.

As práticas escolares de Matemática que se inspiram na ideologia dialógica apresentam aspectos que fortalecem o trabalho colaborativo entre os estudantes. Estes aspectos estimulam, dentre outras coisas, o diálogo e a coletividade, de modo a oportunizar aos sujeitos a manifestação de pensamento e de ideias dentro de um grupo específico.

Considero que essa perspectiva escolar pode empoderar os estudantes no sentido de poderem expressar e compartilhar conhecimentos, bem como ouvirem os demais colegas, desenvolvendo o respeito pelas diferenças e aprimorando a habilidade em participação social.

3.1.2 Práticas Colaborativas na Educação Matemática: um enfoque sociocultural

Alguns pesquisadores (Hannaford, 1998; Aguillar e Zavaleta, 2012; Fisac *et. al*, 2021) apontam que o início do reconhecimento do trabalho colaborativo, ocorreu na Grécia Antiga, por volta do ano de 431 a.C., durante o período de liderança intelectual de Péricles, cuja influência ganhou proporções na cidade de Atenas.

Para Péricles, o conhecimento humano alcança maior solidez se tiver sido fruto de ações desenvolvidas por vários sujeitos, de modo colaborativo. Segundo esse filósofo, o grande obstáculo para as boas decisões cotidianas é a ausência de debates coletivos em que vários sujeitos possam expressar suas opiniões e consigam contribuir para a mudança da realidade (Hannaford, 1998).

Muitas correntes filosóficas contrárias ao pensamento de Péricles insurgiram na Grécia Antiga, por exemplo, as ideias de Sócrates e Platão. O núcleo central das filosofias socrática e

platônica é a valorização da individualidade humana, ao considerar o homem como ser capaz de se autoconstruir, minimizando as possíveis influências da coconstrução da realidade na formação dos sujeitos (Fisac *et. al*, 2021). No entanto, alguns pensadores (Freire, 1987) consideram que o processo de subjetivação dos sujeitos tem natureza histórico-social e ideológica, refletindo as implicações das práticas colaborativas que perfazem a vida das pessoas.

Skovsmose e Valero (2002) pontuam o movimento das experiências colaborativas com aspectos semelhantes às apresentadas por Hannaford (1998), ao sugerirem que as pessoas podem se relacionar diariamente umas com as outras de forma a criarem as suas condições sociais de vida (Skovsmose e Valero, 2002).

Essa perspectiva tenta promover o desenvolvimento de práticas colaborativas de ensino e aprendizagem no contexto da Educação Matemática. Nesse sentido, observei que a literatura tem se movimentado no sentido de ampliar as possibilidades de contribuição da Educação Matemática para o fortalecimento de experiências colaborativas.

Algumas reflexões me fizeram entender a capacidade da sala de aula de Matemática de se tornar um espaço educativo onde a pluralidade de vozes dos sujeitos pode ser compartilhada, de modo a se promover o sentimento de respeito e igualdade entre eles e, também, de poder construir um conhecimento mais amplo.

Nesse sentido, observei que a Matemática escolar apresenta potencialidades muito além do seu território conceitual, podendo expandir seu raio de abrangência para, dentre outras competências, o desenvolvimento de competências e habilidades de natureza colaborativa.

3.1.2.1 Conhecendo os Princípios-Chave de Trabalhos Colaborativos

Para Valero (1999), o ser humano tem natureza relacional, o que significa que sua existência e desenvolvimento estão condicionados à possibilidade de estabelecer relações sociais com outros sujeitos. No entanto, as interações, por si só, não conseguem oportunizar esse desenvolvimento. Torna-se necessário estimular o desenvolvimento de ações práticas (aspectos) por parte dos (ou entre os) sujeitos (Freire, 1987).

Freire (1987) considera que as práticas educativas, alinhadas à capacidade de reflexão, podem desenvolver a subjetividade quando os sujeitos atuam em trabalhos colaborativos. Skovsmose e Valero (2002) argumentam que essa “prática” ou essa “ação” ou, ainda, a práxis reflexiva pode ser considerada como uma ação de largo alcance formativo. Para esses autores,

esta ação “[...] é levada a cabo por um grupo de pessoas. Tem um propósito. Requer comunicação. Envolve compreensão e desenvolvimento” (Skovsmose e Valero, 2002, p. 17).

Assim, considero que a essência dessas práticas, de acordo com Skovsmose e Valero (2002), pode ser agrupada em quatro princípios-chave bem definidos, os quais serão discutidos em seguida.

1) *Coletividade*

Discutir coletividade, no contexto desta tese, significa compreender as bases epistemológicas da ideia de colaboração. Segundo Freire (1987),

O *eu* dialógico [...] sabe que é exatamente o *tu* que o constitui. Sabe também que, constituído por um *tu* - um não-*eu* -, esse *tu* que o constitui se constitui, por sua vez, como *eu*, ao ter no seu *eu* um *tu*. Desta forma, o *eu* e o *tu* passam a ser, na dialética destas relações constitutivas, dois *tu* que se fazem dois *eu*. (Freire, 1987, p. 165, grifos do autor).

Essa ideia revela a importância da colaboração para a constituição do ser, enquanto sujeito que vive em sociedade. Cada sujeito, segundo esse pressuposto freireano, constrói sua subjetivação a partir do encontro com o outro, num movimento ininterrupto de coconstituição. Assim, o *eu* e o *tu*, nesse movimento dialético, conseguem reforçar a potencialidade da colaboração para o desenvolvimento dos sujeitos de uma comunidade.

Para Guerreiro e Serrazina (2018), é possível considerar a sala de aula de Matemática como uma comunidade de aprendizagem, que pode se desenvolver por meio de interações colaborativas entre seus membros. Segundo essas autoras, os sujeitos da comunidade atuam em colaboração, visando alcançar uma aprendizagem que seja, do ponto de vista social, mais significativa.

É importante registrar que uma coletividade de indivíduos se potencializa quando todos os seus membros desenvolvem um sentimento de igualdade entre os pares, conferindo oportunidades iguais para que todos participem das práticas realizadas (Skovsmose e Valero, 2002). Nesse sentido, para ser possível essa ideia de igualdade num grupo colaborativo, é importante que não haja estabelecimento de hierarquias entre seus membros.

Essa mesma observação de igualdade, no contexto de grupos colaborativos, é discutida por Chauí (2008), ao considerar que

A marca da *comunidade* é a indivisão interna e a idéia de bem comum; seus membros estão sempre numa relação face-a-face (sem mediações institucionais), possuem o sentimento de uma unidade de destino, ou de um destino comum, e afirmam a encarnação do espírito da comunidade em alguns de seus membros, em certas circunstâncias (Chauí, 2008, p. 27, grifos da autora).

No contexto da Educação Matemática, observo que a aprendizagem de conhecimentos matemáticos consegue se apropriar das implicações de uma experiência em comunidade, em que os indivíduos de um determinado grupo coparticipam das atividades buscando o desenvolvimento comum e igualitário.

A observação aqui discutida apresenta relação com a natureza relacional dos seres humanos no sentido de gerarem e transformarem suas condições sociais de vida (Valero, 1999). Isso significa que, dentre outras questões, uma prática colaborativa pressupõe a participação de vários sujeitos que, direta ou indiretamente, contribuem no desenvolvimento de uma tarefa específica. Ainda em Valero (1999), observei que uma prática coletiva “[...] requer a colaboração e igual participação das pessoas engajadas e comprometidas com o processo de construção do mundo onde vivem” (Valero, 1999, p. 22, tradução nossa).

No entanto, torna-se importante salientar que a sala de aula tradicional ainda é forte o bastante para manter a configuração de grande parte dos ambientes de ensino e aprendizagem de Matemática. Para Alro e Skovsmose (2021), a sala de aula tradicional é caracterizada, dentre outros aspectos, pelo absolutismo e autoridade de indivíduos que não são os estudantes.

Uma das consequências mais preocupantes da sala de aula tradicional é a autoridade que é imposta através do livro didático, do caderno de respostas e da comunicação entre professor e aluno, e que limita as possibilidades de os alunos assumirem responsabilidades, serem ativos e se apropriarem de seus processos de aprendizagem (Alro e Skovsmose, 2021, p. 150).

Essa reflexão nos revela que a sala de aula tradicional ainda é muito presente nas aulas de Matemática, sobretudo, no Brasil. Em nosso país, grande parte dos espaços escolares se organiza em torno da figura do professor, o qual estabelece o modo como deve funcionar o processo educativo. Enquanto planejam, esses professores idealizam a sala de aula de Matemática segundo suas próprias concepções, desconsiderando, muitas vezes, as necessidades formativas dos estudantes.

A este respeito, Freire (2020) argumenta a favor da autonomia dos estudantes, ao considerar que a escola deve assumir práticas de ensino que, dentre outras coisas, conferem respeito à autonomia do educando. Para Freire (2020), o professor deve assumir estratégias educativas que consigam promover uma aprendizagem que valorize a individualidade do

estudante, suas crenças, suas concepções, de modo que o encontro com os outros estudantes permita a coconstrução de novos saberes e práticas.

Essa ideia se torna um importante convite para que as práticas educativas, em especial na sala de aula de Matemática, busquem neutralizar o absolutismo do professor, ou mesmo dos livros didáticos. Esse pode ser um dos possíveis caminhos que levam os estudantes a tornarem-se protagonistas legítimos do ato de aprender.

Skovsmose (2013) argumenta que, em um sistema educacional, os conhecimentos abordados e as relações sociais desenvolvidas pelos/com os estudantes são transformados. Para o autor, as práticas de Educação Matemática conseguem moldar o mundo que rodeia a vida dos nossos aprendizes. O professor, na sua atuação profissional, passa a assumir um papel de liderança para a concretização desse princípio. Os conhecimentos e as estratégias educativas que são planejadas precisam ser construídas para permitir uma experiência colaborativa entre os sujeitos.

Essa reflexão converge com alguns pressupostos freireanos que reconhecem a necessidade de libertação do educando. Nessa direção, Freire (1987) argumenta que “a liderança há de confiar nas potencialidades das massas e quem não pode tratar como objetos de sua ação. Há de confiar em que elas são capazes de se empenhar na busca de sua libertação, mas há de desconfiar, sempre desconfiar, da ambiguidade dos homens oprimidos (Freire, 1987, p. 168).

Esse pressuposto reflete a necessidade do professor, como líder de um processo educativo, perceber e acreditar no potencial dos estudantes, evitando tratá-los como meros repetidores de seus saberes. A desconfiança que se pode ter, segundo Freire (1987), recai sobre aqueles sujeitos tidos como ingênuos, presas fáceis de dominação, cujas aprendizagens podem ser reflexos do saber do professor do que do próprio estudante.

2) *Transformação*

Segundo Skovsmose e Valero (2002), uma formação escolar voltada à cidadania tem como finalidade a realização de transformações e mudanças. Considero a transformação como um princípio essencial que precisa estar presente em toda prática matemática. Tais práticas, quando desenvolvidas pelos estudantes nas aulas de Matemática, possibilitam seu avanço e aprimoramento.

Em Freire (1967), identifiquei que “Só podíamos compreender uma educação que fizesse do homem um ser cada vez mais consciente de sua transividade, que deve ser usada

tanto quanto possível criticamente, ou com acento cada vez maior de racionalidade” (Freire, 1967, p. 90). O autor enfatiza a importância social que a educação assume ao proporcionar uma evolução sociocultural e consciente dos sujeitos.

Ainda, de acordo com o autor, a transitividade consciente permite que o sujeito dê conta do seu papel ativo no mundo em que vive, de modo a permitir o reconhecimento de seus saberes e crenças como conhecimentos que podem evoluir para avanços e superações. A transitividade pode ser, dessa forma, compreendida como uma evolução consciente do indivíduo.

Nessa perspectiva de transitividade, é possível construir uma relação com a ideia de matematização. Para Skovsmose (2013), matematizar significa, em termos gerais, elaborar, criticar e construir maneiras de entendimento (Skovsmose, 2013). Em Educação Matemática, consegui observar que o desenvolvimento da matematização contribui para a transitividade dos indivíduos, na medida em que promove uma postura crítica diante dos saberes aprendidos.

Freire (2020) apresenta outras reflexões importantes quanto à transitividade dos indivíduos, considerando que há uma curiosidade que os move, que os direciona a avançar. Segundo Freire (2020), essa curiosidade precisa ser estimulada pela escola para que os sujeitos desenvolvam a capacidade de reflexão crítica, ou seja, que desenvolvam uma autocrítica sobre seus próprios saberes. Nesse sentido, Freire (2020) expõe que

Não há para mim, na diferença e na “distância” entre a ingenuidade e a criticidade, entre o saber de pura experiência feito e o que resulta dos procedimentos metodicamente rigorosos, uma *ruptura*, mas uma *superação*. A superação e não a ruptura se dá na medida em que a curiosidade ingênua, sem deixar de ser curiosidade, pelo contrário, continuando a ser curiosidade, se critica. Ao criticizar-se, tornando-se então, permito-me repetir, *curiosidade epistemológica*, metodicamente “rigorizando-se” na sua aproximação ao objeto, conota seus achados de maior exatidão (Freire, 2020, p. 32, grifos do autor).

Essa aprendizagem discutida por Freire (2020) ocorre como um processo gradativo, em que cada estágio evolutivo é compreendido como uma superação. A aprendizagem colaborativa não possibilita o rompimento com um passado tido como insignificante, mas permite uma superação na forma de se constituir enquanto sujeito. Uma superação que valorize as suas experiências e saberes – e que não as desconsidere.

A transformação, enquanto princípio colaborativo, vai nessa direção, na perspectiva de o indivíduo avançar na sua forma de compreender o mundo. Trata-se de uma forma de se autotransformar; de perceber suas próprias conversões. De compreender a si próprio como indivíduo passível de mudanças de concepções sobre o modo como observa o mundo. Essa

transformação, possibilitada muitas vezes pelas práticas matemáticas, permite que os sujeitos reconheçam seus próprios saberes e experiências como condição para desenvolver novos conhecimentos, apropriando-se de outros saberes que até então não estavam ao seu alcance.

Também, é enfatizado por Skovsmose e Valero (2002) que “[...] o resultado real da transformação deve beneficiar todos os membros da comunidade” (Skovsmose e Valero, 2002, p. 17). Isso significa que as transformações decorridas das práticas matemáticas e da matematização dos sujeitos precisam beneficiar a todos os membros que integram um determinado grupo.

Nesse sentido, observo que a educação transformadora que se almeja na atualidade seja uma educação que consiga ampliar a conscientização de todos os sujeitos que fazem parte desta sociedade, de modo que cada sujeito possa fortalecer o crescimento intelectual e crítico do outro, num movimento do *eu* com o *tu* em busca da evolução coletiva (Freire, 1967).

3) *Deliberação*

Para Skovsmose e Valero (2002), “A Deliberação é uma espécie particular de diálogo social que dá o poder às pessoas para se envolverem em processos de enunciar problemas, tomar decisões e resolver problemas” (Skovsmose e Valero, 2002, p. 18). Na ótica desses autores, a deliberação é uma condição que legitima os indivíduos a participarem de um processo de tomada de decisão. Os sujeitos, nesse sentido, revestem-se de poder e legitimidade para apresentar seus pontos de vista e tudo o mais que entenderem como importante para e em seu universo subjetivo.

Freire (1987) considera que a deliberação é possibilitada pelo encontro dos homens numa relação dialógica. O diálogo proporciona essa interação entre os indivíduos que, durante a prática dialógica, conseguem desenvolver aspectos inerentes à deliberação. Em concordância com esse pensador, a igualdade entre os indivíduos de um grupo específico, no contexto da coletividade, é essencial para permitir o processo de deliberação.

Esta é a razão por que não é possível o diálogo entre os que querem a *pronúncia* do mundo e os que não a querem; entre os que negam aos demais o direito de dizer a palavra e os que se acham negados deste direito. É preciso primeiro que, os que assim se encontram negados no direito primordial de dizer a palavra, reconquistem esse direito, proibindo que este assalto desumanizante continue (Freire, 1987, p. 79, grifos do autor).

A partir destas reflexões, considero que a deliberação permite desconstruir hierarquias. Em outras palavras, observo que a hierarquia presente num determinado grupo coletivo dificulta a construção de um diálogo equitativo, em que a oportunidade de se manifestar seja dada a todos que dele fazem parte.

Esse pensamento também é defendido por Alro e Skovsmose (2010), quando discutem o absolutismo na sala de aula de Matemática. O absolutismo burocrático, discutido por esses autores, consiste na forma de comunicação nas aulas de Matemática em que o professor assume o protagonismo de todo o processo educativo. O desenvolvimento das aulas, das práticas matemáticas ou de qualquer outra tarefa educativa, é movido pela autoridade do professor, pelas suas concepções pessoais e pela negativa de abertura ao posicionamento dos estudantes.

No campo da Educação Matemática, Alro e Skovsmose (2010) também discutem algumas relações importantes entre o diálogo e a aprendizagem matemática. Considerando as seguintes disposições: “um diálogo tem por base o princípio da igualdade” e que “um participante não pode estar acima do outro” (Skovsmose e Alro, 2010, p. 131), observo que a relação dialógica, na sala de aula de Matemática, é constituída pelo sentimento colaborativo que deve prevalecer nesses espaços. A colaboração formada entre os próprios estudantes, como também com o professor, busca reduzir, por alguns momentos, seu absolutismo burocrático.

Nesse sentido, uma sala de aula de Matemática estruturada no absolutismo do professor, a quem cabe o poder de decisão e de fala nos processos educativos, geralmente impede os alunos de expressarem seus pontos de vista, opiniões, tomarem decisões, proporem e resolverem problemas.

É compreensível que uma transformação dessa natureza demanda novas concepções por parte do professor. No atual cenário educacional, esse tipo de mudança representa muito mais um processo contínuo de tentativas do que uma estratégia já concebida. Freire (2020), por exemplo, constrói reflexões sobre o ato de ensinar e adota um discurso na busca de alternativas para consolidar essa prática nas salas de aula.

Para esse pensador, o professor precisa descobrir, no universo de sua identidade profissional, práticas que consigam dar abertura aos estudantes. “Viver a abertura respeitosa aos outros e, de quando em vez, de acordo com o momento, tomar a própria prática de abertura ao outro como objeto de reflexão crítica deveria fazer parte da aventura docente” (Freire, 2020, p. 133).

A concepção de diálogo, conforme já relatado, é discutida por Skovsmose e Alro (2010). Para eles, o diálogo consiste numa conversação entre indivíduos com certas qualidades. Essa

concepção considera o diálogo como uma conversa entre vários sujeitos, todos em condição de igualdade, e que essa conversa possa contemplar algumas características particulares.

Na visão desses autores, um diálogo, na perspectiva do ensino e da aprendizagem de Matemática, constitui-se basicamente de três pressupostos fundamentais: 1) realizar uma investigação; 2) correr riscos e 3) promover a igualdade. Um diálogo pode ser construído a partir de um processo de investigação, por meio do qual os sujeitos buscam respostas ao problema levantado (ou proposto).

Durante o percurso investigativo, várias sugestões podem ser apresentadas pelos participantes, diferentes procedimentos podem ser cogitados e o entendimento coletivo nasce de um movimento de respeito às múltiplas vozes emitidas. Nessa perspectiva, Skovsmose e Alro (2010) já ponderavam: “queremos enfatizar que um diálogo é uma conversação de *investigação* (ou *inquérito*). Os participantes desejam descobrir algo – eles querem obter conhecimentos e novas experiências. O processo de diálogo incentiva as pessoas a compartilhar o seu desejo de investigar” (Skovsmose e Alro, 2010, p. 123).

É importante destacar, segundo o entendimento dos autores, que o diálogo é um forte canal de participação dos sujeitos no processo educativo, por meio do qual é possível expressar seus pontos de vista e buscar respostas às questões que os incomodam. O espírito de investigação, nesse sentido, é fortalecido pelas ações dialógicas, em especial o “escutar” e o “ouvir”, que se tornam elementos essenciais para se obter a constituição de novos saberes.

A segunda característica de um diálogo é a possibilidade de correr riscos. Esse aspecto corresponde à expectativa de admitir a desconstrução de crenças e concepções previamente desenvolvidas pelos sujeitos. De acordo com esse princípio, o diálogo oferece a oportunidade aos sujeitos para poderem desfazer velhas concepções e, de forma natural e espontânea, poderem desenvolver novas ideias e/ou reconstruir pensamentos já consolidados.

Skovsmose e Alro (2010) afirmam que não há respostas prontas e acabadas para os problemas levantados. Para eles, as respostas são obtidas por um processo dialógico, em que o compartilhamento de ideias e sugestões podem ser encaminhadas. Há, nesse sentido, uma busca incessante, orientada pelo sentimento de curiosidade. Nessa busca, tem-se uma reflexão imanente, em que se pode avaliar as diferentes possibilidades de resolução de um problema.

A promoção da igualdade constitui a terceira característica de um diálogo matemático. Conforme já mencionado, para que um diálogo aconteça, é essencial que os sujeitos que dele fazem parte não assumam papéis ou posições hierárquicas, agindo com imposições. Isso, contudo, não significa um impedimento para se assumir posições; é preciso verificar as relações estabelecidas e o contexto de sua construção. Skovsmose e Alro (2010) consideram que

“Participar de um diálogo é algo que não deve ser imposto a ninguém. Em sala de aula, isso significa que o professor pode convidar os alunos para um diálogo investigativo, mas eles têm que aceitar o convite para que o diálogo aconteça” (Skovsmose, Alro, 2010, p. 131).

Em outra passagem, os autores complementam esse pensamento considerando que a noção de convite pressupõe a ideia de igualdade, pois, se “[...] os alunos são forçados a fazer alguma coisa, então o princípio da igualdade se perde” (Skovsmose, Alro, 2010, p. 132). O princípio da igualdade, que caracteriza o diálogo, também pode ser interpretado como um processo convidativo, em que, numa outra perspectiva, representa uma forma de se romper com o absolutismo do professor.

Nesse sentido, entendo que o diálogo caracterizado por esses três princípios pode simular um cenário de investigação capaz de promover o processo deliberativo. Freire (1987) pondera que a deliberação é uma competência que precisa ser desenvolvida nos estudantes, em especial do Brasil, cuja transição política é recente e necessita de indivíduos que possam fortalecer ainda mais a cultura da participação nos espaços sociais.

Skovsmose e Valero (2002) ampliam um pouco mais a ideia de deliberação ao considerarem que

A deliberação refere-se ao processo comunicativo através do qual as pessoas levam em consideração, de forma atenta e cautelosa, três fatores: as razões ou a falta de razões que assistem as opiniões ou julgamentos preliminares, que precedem uma declaração final, os prós e os contras de uma decisão possível antes de essa decisão ser tomada, e os benefícios e perdas dos possíveis decursos das acções, antes de as acções serem levadas a cabo (Skovsmose, Valero, 2002, p. 18).

De acordo com esses autores, a deliberação envolve a avaliação, por parte dos sujeitos de um grupo, dos três princípios básicos enumerados: 1º) os motivos que sustentam uma opinião preliminar, ou mesmo sua ausência, antes de se decidir uma questão; 2º) as possíveis implicações de uma decisão, caso seja adotada; e 3º) as prováveis consequências, positivas e/ou negativas, de não se tomar uma decisão que é aguardada.

Em relação ao primeiro desses princípios, “as razões ou a falta de razões que assistem às opiniões ou julgamentos preliminares”, identifico algumas convergências com o pensamento de Freire (1987). Esse pensador reconhece a historicidade dos conhecimentos prévios de cada indivíduo. Segundo Freire (1987, p. 175), “sendo históricas estas dimensões do testemunho, o dialógico, que é dialético, não pode importá-las simplesmente de outros contextos sem uma prévia análise do seu”.

Nesse sentido, mesmo valorizando os saberes de cada indivíduo, Freire (1987) argumenta que, em grupos colaborativos, a posição que se deve prevalecer seja a consensual entre os seus membros, de forma que os pontos de vista e opiniões sugeridos sejam analisados e discutidos pelos demais componentes do grupo.

A segunda característica da deliberação, que ‘consiste nas possíveis implicações de uma decisão, caso seja adotada’, também pode ser compreendida através das ideias de Freire (1987). O pensador faz importantes reflexões sobre as ações decisivas dos indivíduos, apontando que a realidade se torna aquilo que o homem consegue mobilizar. Desse modo, de acordo com Freire (1987),

A partir das relações do homem com a realidade, resultantes de estar com ela e de estar nela, pelos atos de criação, recriação e decisão, vai ele dinamizando o seu mundo. Vai dominando a realidade. Vai humanizando-a. Vai acrescentando a ela algo de que ele mesmo é o fazedor. Vai temporalizando os espaços geográficos. Faz cultura. E é ainda o jogo destas relações do homem com o mundo e do homem com os homens, desafiado e respondendo ao desafio, alterando, criando, que não permite a imobilidade, a não ser em termos de relativa preponderância, nem das sociedades nem das culturas. E, na medida em que cria, recria e decide, vão se conformando as épocas históricas. É também criando, recriando e decidindo que o homem deve participar destas épocas (Freire, 1987, p. 43).

Tais reflexões ainda permitem compreender que os indivíduos se inserem neste processo de construção da realidade, onde o mundo, em determinada época da história, representa a consciência do homem desse tempo, do tempo em que a realidade é construída e recriada.

A terceira característica, que consiste nas prováveis consequências, positivas e/ou negativas, de não se tomar uma decisão que é aguardada, significa o silêncio que se estabelece diante dos problemas que são levantados. A falta de participação em discussões pode promover um sentimento desencorajador. Este sentimento tende a se acentuar com o sistema de absolutismo na sala de aula e até mesmo se houver uma hierarquia que possa surgir, entre os estudantes, nos trabalhos colaborativos.

4) *Coflexão*

A noção teórica de coflexão se refere a um pensar coletivo. Para Skovsmose e Valero (2002), a coflexão é um processo de metapensamento pelo qual os indivíduos buscam assumir uma postura crítica diante das ações, pensamentos e experiências vivenciadas pelos outros. É

um pensar coletivo, em que todos os membros de um determinado grupo se apropriam das ideias e práticas dos demais para procederem a uma avaliação.

Também, em relação ao princípio da coflexão, Skovsmose e Valero (2002) argumentam que

Como parte de uma comunidade, as pessoas coflectem. A Coflexão – co-flexão – é a palavra que se refere ao processo de pensamento pelo qual as pessoas, em conjunto, voltam a debruçar-se sobre os pensamentos uns dos outros de forma consciente, ou seja, as pessoas em conjunto consideram os pensamentos, as ações e as experiências vividas como parte do conhecimento colectivo, e adoptam uma postura crítica em relação à sua actividade (Skovsmose e Valero, 2002, p. 18).

Para esses autores, o conhecimento socialmente constituído, fruto do metapensamento coflexivo, é provido de maior envergadura, pois aglutina uma diversidade de saberes que, unidos, conseguem abranger uma variedade de perspectivas particulares.

Nesse sentido, a coflexão se apresenta como uma alternativa à noção de reflexão. A diferença entre essas ideias é que, na reflexão, o metapensamento das ações e experiências é desenvolvido pelo próprio indivíduo, sem a participação de outros. Valero (1999), por exemplo, pondera que a reflexão “é um processo individual, uma vez que é a própria pessoa que inclina o pensamento sobre si mesma” (Valero, 1999, p. 22).

Freire (1987) salienta que o saber existe através de uma busca esperançosa que os homens fazem entre si, em conjunto, em que seus saberes se constituem em conhecimentos mais ampliados. Desse modo, a coflexão oportuniza a construção de conhecimentos mais consistentes, os quais podem contemplar diferentes vozes e saberes.

A coflexão também pode ser identificada nas ideias de Guerreiro e Serrazina (2018), ao considerarem que “É na interação com os outros que os alunos aprendem, mesmo antes de o fazerem individualmente” (Guerreiro e Serrazina, 2018, p. 71). Considero, segundo esses autores, que a aprendizagem pode ser assumida como um processo social e cultural, e que, embora se refira a uma construção pessoal, essa aprendizagem se consolida em interação com os outros, em processos permanentes de negociação.

As práticas educativas que se desenvolvem em espaços escolares, pautadas nos princípios da colaboração, precisam reconhecer e valorizar as contribuições de cada sujeito participante desses espaços. Observo, nesse sentido, que a aprendizagem construída em espaços colaborativos “[...] pressupõe uma cultura da sala de aula com características de comunidade de aprendizagem, em que alunos e professor interagem, num esforço e responsabilidade mútuos, com o objetivo comum de aprendizagem” (Guerreiro e Serrazina, 2018, p. 71).

A interação e a aprendizagem coletiva possibilitadas pela colaboração favorecem uma educação matemática mais inclusiva, pois o desenvolvimento desses aspectos é um avanço importante (dentre muitos) para a construção de um conhecimento plural e para o desenvolvimento de habilidades interpessoais. Nesse sentido, a coflexão, além de constituir um conhecimento amplo e abrangente, a partir das ideias individuais dos sujeitos, consegue socializar a produção desses mesmos saberes, assegurando a inclusão, a acessibilidade e a consciência social.

3.2 NOÇÕES DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Neste item, farei a abordagem de alguns significados discutidos no campo da RP em Educação Matemática. Em específico, discuto algumas noções relacionadas à ideia de Problemas, de Resolução de Problemas e de Formulação de Problemas.

3.2.1 Dos Significados da Noção de Problema

De início, pontuo que a construção do quadro teórico relacionado ao significado de problema e, de certo modo, da RP e da Formulação de Problemas também me exigiu bastante estudo e reflexão, em razão de seus múltiplos significados, amplos e de largo alcance.

Um problema se caracteriza como algo que representa um obstáculo a ser superado, uma situação a ser vencida. Essa visão preliminar me deu condições para perceber a ampla dimensão que simboliza a ideia de problema. A literatura também reconhece o caráter aberto desse termo, ao afirmar que “[...] devido ao seu caráter relativo, dar-lhe uma definição completa e abrangente torna-se uma tarefa praticamente impossível, visto que ela depende do contexto em que está inserido o problema” (Cavalcanti, 2010, p. 92).

Outros autores consideram que a existência de um problema está associada ao nível de conhecimento que se tem do caminho que o leva a sua solução completa (Onuchic, 1999). Em outras palavras, para que se tenha um problema, o percurso para se chegar ao que se deseja deve ser desconhecido, obscuro e não identificado. Assim, uma situação qualquer constitui um problema quando o caminho para se obter a meta desejada (solução) não está disponível, *a priori*, aos indivíduos chamados na relação problemática.

Lester (1983) elaborou uma definição conceitual clássica de problema matemático com a qual a maioria da literatura apresenta concordância. Para o autor, a ideia de problema consiste

numa situação em que um indivíduo ou um grupo de indivíduos ‘quer’ ou ‘precisa resolver’ e, para a qual, não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução. (Lester, 1983).

Em seus estudos sobre esse fenômeno, Pruner e Liljedahl (2021) asseveram que o significado de problema corresponde ao “[...] que fazemos quando nos deparamos com uma situação que não nos é familiar e para a qual não sabemos como proceder – a RP é o que fazemos quando não sabemos o que fazer” (Pruner e Liljedahl, 2021, p. 753, tradução nossa).

Echeverría e Pozo (1998) também apresentam contribuições para a noção de problemas matemáticos. Para esses autores, uma situação se caracteriza como um problema se, para solucioná-la, é necessário que os resolvidores realizem um processo de reflexão e, conseqüentemente, de tomada de decisão sobre as estratégias a serem empregadas.

Nesse sentido, percebo que as estratégias heurísticas podem ser selecionadas após o(s) sujeito(s) avaliar(em) sua viabilidade e pertinência. Desse modo, o(s) sujeito(s) desenvolve(m) o movimento do pensar, do analisar, do avaliar, e tudo aquilo que julgar importante para a descoberta do caminho ideal para se chegar à solução do problema.

Nesse processo reflexivo, a criatividade emerge do(s) sujeito(s), materializando-se nas estratégias levantadas. De acordo com Fonseca e Gontijo (2020), em seus estudos sobre problema matemático numa perspectiva de criatividade,

O uso do pensamento crítico e criativo em matemática se materializa por meio da adoção de múltiplas estratégias para se encontrar resposta(s) para um mesmo problema associada à capacidade de refletir sobre as estratégias criadas, analisando-as, questionando-as e interpretando-as a fim de apresentar a melhor solução possível (Fonseca e Gontijo, 2020, p. 917).

Quanto ao movimento da tomada de decisão, Echeverría e Pozo (1998) expõem que ele também constitui elemento essencial neste processo. Assim, a escolha de uma estratégia heurística na resolução de um problema, por exemplo, é fruto de um processo de tomada de decisão.

Nesse sentido, observei a mobilização de um pensamento crítico na prática da RP, pois esse “[...] pensamento crítico favorece a tomada de decisão, isto é, a escolha dentre todas as ideias, as melhores ou as mais apropriadas para uma determinada situação” (Fonseca e Gontijo, 2020, p. 963).

Em contraponto à noção de problema, a literatura apresenta, por tradição, o significado da noção de exercício. Alguns autores explicam que o exercício matemático não demanda “reflexões” e nem “tomadas de decisão”, configurando uma prática escolar meramente repetitiva, em que o sujeito aprende antecipadamente algo e busca repetir essa aprendizagem,

sem se preocupar com os movimentos de reflexão e de tomada de decisão (Onuchic, 1999; Echeverría e Pozo, 1998). Esses autores enfatizam também que, embora os currículos escolares estimulem a expansão da RP, ainda é muito comum verificar o desenvolvimento de exercícios matemáticos nos espaços educativos (Onuchic, 1999).

Retomando a definição de Lester (1983), o qual considera o problema como uma situação em que um indivíduo ou um grupo de indivíduos ‘quer’ ou ‘precisa resolver’ e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução, identifique que esta noção desenvolvida pelo autor revela um aspecto importante.

Compreendo que todo problema pressupõe uma condição pessoal do seu resolvidor. O problema é aquilo que se ‘quer’ ou que ‘se precisa’ resolver. Esses elementos pessoais, ‘querer’ e ‘precisar’, citados anteriormente por Lester (1983), em situações-problema, têm relação com a ideia afetiva da motivação. Assim, pode-se considerar que a motivação possibilita o desencadeamento do ‘querer’, do ‘se motivar’ e do ‘se atrair’ pelo saber matemático.

Nessa linha de raciocínio, Gontijo (2007) considera a motivação como elemento importante da RP, ao afirmar que

um problema, ainda que simples, poderá despertar o interesse pela atividade matemática se proporcionar ao aluno o gosto pela descoberta da resolução, estimulando, assim, a curiosidade, a criatividade e o aprimoramento do raciocínio, ampliando o conhecimento matemático (Gontijo, 2007, p. 60).

Ainda em relação ao aspecto da motivação, trata-se de um elemento forte no processo de RP, podendo ser o mais valorizado pelos educadores matemáticos. Motivar os educandos frente a um problema matemático e observar sua disposição e curiosidade em resolvê-lo se configura como o propósito de toda a comunidade da Educação Matemática. No entanto, entendo que essa ideia corresponde a uma realidade ainda a ser conquistada, dadas as condições em que o ensino e aprendizagem de Matemática são promovidos no Brasil.

Nesse sentido, o desafio dos agentes da Educação Matemática, sejam pesquisadores, sejam professores, seja qualquer indivíduo que esteja nesse círculo, é conseguir contornar essa realidade e conferir abordagens instrucionais que possibilitam a motivação. Tenho consciência, contudo, de que mudanças dessa natureza não são algo simples e rápido. Ela depende, dentre tantas coisas, de mudanças de concepções sobre a Matemática e sobre suas práticas escolares (Schoenfeld, 2013).

Andrade (2017) destaca que um problema pode ser apresentado não somente a um indivíduo em particular, sujeito articulado com seu próprio mundo subjetivo, mas também a um

grupo coletivo de vários sujeitos que, de certo modo, possuem um elo comum com a situação problemática. Nesse sentido, todos esses indivíduos se encontram no solo demarcado pelo problema em questão (Andrade, 2017).

Essa reflexão vai ao encontro de grande parte das propostas educacionais, que têm preconizado o trabalho colaborativo, em grupo, em detrimento de uma abordagem estritamente individualizada (Brasil, 2017). Desse modo, é crucial reconhecer a potencialidade do trabalho em grupo nas ações educativas inerentes à Matemática, haja vista que ações dessa natureza quando abrangem a colaboratividade parecem ter alcance qualitativo em todos os domínios do conhecimento.

Andrade (2017) salienta ainda que os problemas matemáticos consistem num movimento disparador de certas ações cognitivas-sociais-culturais. Para o autor,

[...] *Problema* é entendido como um projeto, uma questão, uma tarefa, uma situação em que:

- a) O aluno não tem ou não conhece nenhum processo que lhe permita encontrar de imediato a solução.
- b) O aluno deseja resolver, explorar ou realizar algum trabalho efetivo.
- c) Introduz-se e/ou leva o aluno à realização de algum trabalho efetivo (Andrade, 2017, p. 364, grifo do autor).

A seguir, farei uma discussão sobre a ideia de Proposição de Problemas no campo da Educação Matemática.

3.2.1.1 Proposição de Problemas: abordagens introdutórias

No âmbito da Educação Matemática, a ideia de Proposição de Problemas pode ser compreendida como uma ação que dá existência a situações de natureza matemática, ou seja, propor problemas significa criar situações que façam uso de saberes matemáticos (Cai et al, 2016; Silver, 1994; Bonotto, 2013; Sousa, 2022; Possamai e Allevato, 2022).

Para Cai e Hwang (2020), a Proposição de Problemas corresponde ao “processo de formular e expressar um problema dentro do domínio da Matemática” (Cai, Hwang, 2020, p. 2, tradução nossa). Nesse sentido, convém frisar a existência de dois elementos principais na Proposição de Problemas: a ação de ‘formular’ e de ‘expressar’ um dado problema.

Sousa (2022) explica que a Proposição de Problemas

[...] pode ser entendida como um processo intelectual crítico importante de formular e expressar um problema matemático, que permite prever resultados, procedimentos de resolução e mobilizar ideias/conceitos matemáticos envolvidos numa situação

direcionada, não determinada, mas variável e relativa às compreensões daquele que propõe (Sousa, 2022, p. 24).

A Proposição de Problemas se desenvolve em duas fases distintas. A primeira, uma fase “imaginária”, que atua no campo das ideias (formulação), e outra fase, “enunciativa”, que opera no campo da materialidade linguística (expressão) (Cai, Hwang, 2020).

Observei, também, que a prática de Proposição de Problemas estimula os sujeitos a compreenderem conceitualmente, a pensarem logicamente e a se comunicarem matematicamente (Conselho Nacional de Professores de Matemática [NCTM], 1991).

Freire (2020), numa perspectiva emancipadora, considera que a prática educativa de Formulação de Problemas corresponde à “[...] curiosidade como inquietação indagadora, como inclinação ao desvelamento de algo, como pergunta verbalizada ou não, como procura de esclarecimento, como sinal de atenção que sugere alerta, faz parte integrante do fenômeno vital” (Freire, 2020, p. 33). E complementa a reflexão considerando que não haveria criatividade sem a curiosidade que nos move (Freire, 2020).

De acordo com Possamai e Allevato (2022), a Proposição de Problemas pode favorecer a aprendizagem ao permitir que os conhecimentos matemáticos dos sujeitos sejam mobilizados para se compreender um novo saber, o que faz surgir a interdisciplinaridade entre a Matemática e outros campos do conhecimento (Possamai e Allevato, 2022).

Medeiros e Santos (2007) seguem essa direção, argumentando que uma prática problematizadora abrange diferentes textos, isto é, diferentes saberes. Esses saberes, todavia, juntam-se para constituir um outro saber. “Esse texto pode ter a sua significação composta não apenas de um único texto, mas do cruzamento de vários textos, numa relação de intertextualidade” (Medeiros, Santos, 2007, p. 95).

A prática da Proposição de Problemas vai ao encontro de algumas das orientações curriculares e reformas da Educação Matemática, as quais preconizam a formação de um sujeito que seja capaz de compreender o mundo que o cerca, utilizando, sempre que possível, noções matemáticas para tal (Brasil, 2017; NCTM, 2000).

3.2.1.2 Demais Aspectos da Proposição de Problemas

De acordo com estudo que realizei, observei que o conceito de Proposição de Problemas é bem abrangente e tem despertado a atenção de pesquisadores da Educação Matemática em todo o mundo (Liljedahl e Cai, 2021; Cai, Jiang e Hwang, 2015). Nesse sentido, comecei

inicialmente por uma consideração levantada por Silver (1994), que argumenta que a Proposição de Problemas na Matemática surge de duas formas distintas.

Para esse autor, “a proposição de problemas refere-se tanto à geração de novos problemas, quanto à reformulação de problemas pré-existent” (Silver, 1994, p. 19, tradução nossa). Percebo, desse modo, a existência de duas categorias diferentes de Proposição de Problemas.

Em relação à primeira categoria, isto é, a de geração de novos problemas, percebi que este grupo consiste na modalidade mais recorrente nas práticas educativas desenvolvidas nas escolas. Ainda, em consonância com Silver (1994),

A proposição de problemas também pode ocorrer quando o objetivo não é a resolução de um determinado problema, mas a criação de um novo problema a partir de uma situação ou experiência dadas. Essa proposição de problemas pode ocorrer antes da resolução de qualquer problema, como é o caso da geração a partir de uma dada situação artificial ou naturalista (Silver, 1994, p. 19, tradução nossa).

Silver (1994) prossegue sua reflexão estabelecendo três momentos oportunos em que se pode gerá-los. Para ele, um problema matemático pode ser formulado antes da RP, durante a RP ou após a RP.

A Proposição de Problemas após a RP, por outro lado, tem tido crescimento notável nos últimos anos, em virtude de estudos científicos que vêm atribuindo forte potencial de aprendizagem a essa prática (Possamai e Allevato, 2022). De um modo geral, a literatura considera que, após se resolver um problema, o sujeito pode formular outros problemas suplementares ao problema original, o qual teve sua resolução efetuada.

Por outro lado, a Formulação de Problemas durante a fase da Resolução se enquadra como “reformulação do problema”. A “reformulação de problemas” consiste na reorganização do enunciado de um problema já conhecido, conferindo outros contornos possíveis à questão inicial (Silver, 1994).

Em determinadas situações, a reformulação de problemas pode ser efetuada como estratégia heurística de RP (Pólya, 1945), pois permite reconstruir o problema original, tornando-o mais fácil de ser compreendido. Para Silver (1994),

Ao resolver um problema não trivial, um resolvidor de problemas se envolve nessa modalidade de Proposição de Problema por conseguir reelaborar um determinado problema inicial de modo a torná-lo mais fácil para resolvê-lo. Assim, a reformulação pode representar um tipo específico de proposição de problema, exatamente por possibilitar ao resolvidor a reconstrução de um determinado enunciado em uma nova versão, cuja finalidade é a sua própria resolução (Silver, 1994, p. 19, tradução nossa).

O autor identifica a reformulação de problema como uma ação de Proposição de Problemas. Observo que, embora não lhe seja dado o destaque merecido, a reformulação de problemas é bastante comum de se observar nas práticas escolares. Outro aspecto que necessita de discussão são as condições de produção de problemas, as quais se consistem em contextos que favorecem a Formulação destes Problemas. Em conformidade com Bonotto (2013) e Stoyanova e Ellerton (1996), um problema matemático pode ser formulado a partir de:

Situações Livres: trata-se do contexto em que o sujeito possui liberdade para problematizar um fenômeno qualquer. Para Bonotto (2013), “Em situações livres, os propositores elaboram problemas sem quaisquer restrições; os sujeitos são solicitados a ‘criarem um problema difícil’ ou, simplesmente, ‘criarem um problema de que gostem’” (Bonotto, 2013, p. 3, tradução nossa).

Embora a liberdade de se propor um determinado problema tenha suas potencialidades *a priori* incontestáveis, nos ambientes de ensino e aprendizagem de Matemática, sua adoção pode dificultar, em parte, o alcance de determinados objetivos escolares. Isso porque a liberdade fornecida pela situação livre pode levá-los a problematizar fenômenos que façam uso de outros ferramentais matemáticos diferentes dos estabelecidos pelo currículo de um determinado ano de escolaridade (Silver e Cai, 1996).

Situações de Proposição de Problemas Semiestruturadas: são aquelas em que a situação contextual é fornecida e sobre a qual o sujeito é solicitado a explorá-la, investigá-la e interpretá-la, à sua maneira, com o auxílio de conhecimentos matemáticos. As situações semiestruturadas, segundo Bonotto (2013, p. 13), “referem-se àquelas em que os propositores recebem uma situação aberta, são convidados a explorar a estrutura dessa situação e a completá-la, utilizando para isso conhecimentos, habilidades, conceitos e relações advindas de suas experiências matemáticas anteriores”.

Situações de Proposição de Problemas Estruturadas: Segundo Bonotto (2013), tais situações “referem-se a situações em que os propositores elaboram problemas, seja reformulando problemas já resolvidos, seja variando as condições ou a questão de problemas dados” (Bonotto, 2013, p. 4).

Nesse sentido, o propositos é estimulado a explorar um problema já existente, buscando apresentar, sempre que possível, a modificação (reformulação) que julgar conveniente.

3.2.1.3 Resolução de Problemas: compreendendo a perspectiva colaborativa

A literatura de pesquisa reconhece a capilaridade das pesquisas de RP (Schoenfeld, 2013; Onuchic, 2013). Verifiquei que a investigação de RP se mantém crescente e diferentes abordagens são desenvolvidas, bem como resultados de pesquisas acumuladas apontam para sua recomendação na prática escolar (Koichu, 2018; Schoenfeld, 2013; Lester, 1994; Liljedahl e Cai, 2021; Onuchic, 2013; Allevato e Onuchic, 2014; Vale, Pimentel e Barbosa, 2015). Nesse sentido, na visão de Cavalcanti (2010),

A importância e a necessidade de resolver problemas, numa sociedade impregnada pelas tecnologias, as quais evoluem de maneira extremamente rápida, têm atraído a atenção de estudiosos de diferentes áreas do conhecimento, uma das quais consiste na Matemática, e é especificamente na Educação Matemática que a Resolução de Problemas tem despertado maior interesse, tanto nas pesquisas, quanto no ensino, sendo que essa temática vem se beneficiando das contribuições provenientes de investigações realizadas em diversos campos do saber (Cavalcanti, 2010, p. 101).

Embora a RP possa integrar diferentes domínios do conhecimento, a Educação Matemática se torna o campo mais influente destes estudos. Essa especificidade da RP, como objeto de investigação da Educação Matemática, justifica-se, amiúde, em razão de a Educação Matemática ser um conjunto de práticas sociais de ensino e aprendizagem de conhecimentos matemáticos (Miguel et al, 2004).

Em outra perspectiva, observei que a RP representa uma tentativa de alcançar determinada meta, desde que o método necessário para consegui-la não esteja disponível aos resolvedores (Schoenfeld, 2013). Nessa mesma linha, Onuchic (1999) apresenta uma concepção, afirmando que um problema consiste naquilo que se pretende fazer, de início, mas que não se conhecem os meios e os métodos apropriados para resolvê-lo.

Lester (2013), em um trabalho de levantamento bibliográfico, concluiu que as pesquisas desenvolvidas em RP apontam para a existência de dois elementos principais: 1) uma meta a ser alcançada; e 2) um indivíduo que deseja alcançá-la, mas que não possua algum método específico que o leve à solução de forma tão imediata (Lester, 2013).

O significado de RP pautado em dois elementos, conforme destaca Lester (2013), apresenta limitações teóricas que podem dificultar o estudo mais avançado deste fenômeno (Koichu, 2018). Nesse caso, tem-se a perspectiva individualista da prática de resolução, em que seu desenvolvimento é estimulado de forma solitária, centrada no próprio resolvidor, cujos recursos disponíveis (estratégias heurísticas) para se avançar em direção à meta desejada (solução) consiste em saberes acumulados e experiências vivenciadas pelos próprios sujeitos (Pruner e Liljedahl, 2021).

Tomando como pressupostos, dentre outras ideias, os princípios heurísticos de Pólya (George Pólya, 1945), os pesquisadores Pruner e Liljedahl (2021) argumentam que

Cada uma dessas heurísticas mencionadas baseia-se na suposição de que a solução de problemas é uma atividade individual e isolada, na qual os únicos recursos disponíveis para o solucionador de problemas são o conhecimento e a experiência passada. Essa suposição pode ter suas raízes no foco teórico da psicologia cognitiva ou na conveniência metodológica que é proporcionada pelo estudo de indivíduos. Ou pode ter surgido pelo fato de Pólya, em sua obra seminal e aparentemente definitiva sobre resolução de problemas, posicionar a resolução de problemas como uma atividade individual e isolada (Pruner e Liljedahl, 2021).

Assim, verifiquei que o desenvolvimento de RP de modo individualizado apresenta limitações práticas e teóricas. Isso porque, a RP, até mesmo entre os matemáticos profissionais, demanda recursos externos para concluir sua resolução (Koichu, 2018). Esses recursos externos podem ser as contribuições diretas de outros pesquisadores, de artigos científicos, de debates acadêmicos e outras informações importantes. Em outras palavras, os resolvidores nunca estão sós (Pruner e Liljedahl, 2021).

Silveira, Nascimento e Andrade (2023) argumentam que os estudos iniciais de RP tiveram a preocupação central com a solução dos problemas, com a meta alcançada pelos resolvidores (período anterior a 1960). Não se tinha, durante aquele período, a preocupação com o processo resolutivo.

Nesse sentido, percebi que na atualidade tem-se criado iniciativas em que as tarefas matemáticas, e as práticas escolares como um todo, possam se desenvolver na perspectiva colaborativa; seja pelo reconhecimento da potencialidade desses trabalhos, seja pelo objetivo de melhorar as aprendizagens matemáticas que forem propostas (Nctm, 2000; Brasil, 2017). Os documentos curriculares de vários países passaram a construir orientações no sentido de se promoverem práticas educativas de caráter colaborativo, em que o conhecimento escolar possa ser constituído a partir da interação entre os diferentes sujeitos do processo.

A instituição escolar, assim como outras instituições, precisa ressignificar suas práticas, valores e visões para contemplar o pensamento plural e colaborativo em vigência, pois “A escola é sensível ao que se passa no mundo. A escola está, de algum modo, ligada ao pensamento vigente e ao momento social. Na escola é que podemos ver e analisar as novas direções de comportamento e de conhecimento” (D’Ambrosio, 2016, p. 1).

Isso posto, entendo que a Resolução colaborativa de Problemas assume essas características de pluralidade e permite a construção do conhecimento pautado na diversidade e no respeito às diferenças. Para a construção do significado de RP, busquei me inspirar nas

ideias de Koichu (2019), que tem desenvolvido uma concepção abrangente de RP apropriada para investigações que priorizam o trabalho colaborativo. Para este autor,

Resolução de problemas no ensino de Matemática é um processo socioculturalmente moldado para alcançar não imediatamente um objetivo escolhido ou imposto, no qual os indivíduos envolvidos encenam, por meio de discurso exploratório privado ou público, recursos individuais ou compartilhados que eles interpretam, mesmo que por um curto período de tempo, como apropriados para atingir o objetivo (Koichu, 2019, p. 47, tradução nossa).

Essa concepção, desenvolvida pelo autor, representa um avanço em relação às concepções tradicionalmente adotadas em pesquisas de RP. Considero que o ponto central desse avanço seja a ênfase dada à perspectiva colaborativa da RP, já que essa definição consegue abranger contextos que envolvem vários resolvidores.

Koichu (2019) explica que a RP é um processo socioculturalmente moldado, ou seja, significa que ela pode assumir uma perspectiva colaborativa, possibilitando a coparticipação de vários sujeitos no processo de resolução. A perspectiva colaborativa de RP permite que haja um compartilhamento de recursos (ideias ou estratégias) durante o processo resolutivo (Pruner e Liljedahl, 2021; Koichu, 2018).

A resolução colaborativa de problemas, para se ter viabilidade, necessita, conforme alguns estudiosos, de encaminhamentos promovidos pelos educadores. O fato de propor problemas em grupos não garante que sua resolução esteja garantida, em termos de criação de estratégias heurísticas, de diálogos e de obtenção da solução completa para o problema (Fonseca e Gontijo, 2020; Vale, Pimentel e Barbosa, 2015).

Para que a RP assuma a perspectiva colaborativa, é importante que o educador estabeleça um ambiente instrucional em que se valorize a coconstrução de ideias e estratégias, em que os sujeitos possam contribuir na/para a solução do problema. Isso, porém, é possível quando o ambiente de aprendizagem assume outras normas sociomatemáticas em sua organização, isto é, normas em que os sujeitos consigam valorizar seu pensamento e suas crenças, sem o protagonismo tradicional dos professores (Guerreiro e Serrazina, 2018).

Em outra investigação empírica, Koichu (2018) sugere que a resolução colaborativa de problemas pode ser encaminhada a partir de diálogos, discursos matemáticos e negociações de ideias heurísticas. Tais ideias heurísticas, após o processo de descoberta e discussão entre os pares do grupo (Onuchic e Allevato, 2014; Pruner e Liljedahl, 2021), podem se constituir numa ideia-chave de resolução, considerada a estratégia que se sobressai como a mais adequada para se chegar à solução do problema inicial.

Para Koichu (2018), “Uma ideia-chave de resolução é uma ideia heurística criada pelo resolvidor e evoca a convicção de que pode levar a uma resolução completa do problema” (Koichu, 2018, p. 309, tradução nossa). Nesse sentido, as ideias heurísticas se tornam os possíveis caminhos que podem levar os resolvidores à resposta do problema. É possível inferir que toda ideia-chave é uma ideia heurística, mas que nem toda ideia heurística é uma ideia-chave de RP.

Os resultados dessa mesma investigação de Koichu (2018) sugerem um modelo teórico que pode explicar como a RP ocorre nos ambientes de ensino e aprendizagem de Matemática. O modelo, designado de Modelo Exploratório de RP (MERP), sugere, em linhas gerais, que a criação das ideias-chave de RP surge a partir de uma cadeia de mudanças de atenção e pela disponibilidade de escolhas que o sujeito pode realizar.

Para o desenvolvimento desta tese, assumi os pressupostos do Modelo Exploratório (MERP) de Koichu (2018), por entender que os conceitos nele discutidos trazem contribuições importantes para a compreensão da perspectiva colaborativa de RP (Pruner e Liljedahl, 2021).

O Modelo Exploratório proposto por Koichu (2018) se fundamenta em três pressupostos principais, os quais merecem destaque:

1. Mesmo quando um problema é resolvido em colaboração, ele tem um resolvidor situacional: um indivíduo que cria e eventualmente compartilha sua ideia-chave de resolução.
2. Uma ideia-chave de resolução pode ser criada por um resolvidor situacional como uma mudança de atenção, em uma sequência de suas mudanças de atenção ao lidar com o problema.
3. De um modo geral, o caminho das mudanças de atenção de um resolvidor é estipulado pelas escolhas que o resolvidor tem o poder de fazer e pela determinação dos seguintes tipos de recursos:
 - (i) recursos individuais,
 - (ii) interação com seus pares que não conhecem a resolução do problema e buscam, à sua maneira, resolvê-lo ou tentam resolvê-lo juntos, e
 - (iii) interação com uma fonte de conhecimento sobre a resolução, ou suas partes, como um livro didático, um recurso da internet, um professor ou um colega de classe que já encontrou a solução, mas ainda não a divulgou (Koichu, 2018, p. 310, tradução nossa).

O primeiro desses pressupostos, de que “mesmo quando um problema é resolvido em colaboração, ele tem um resolvidor situacional: um indivíduo que cria e eventualmente compartilha sua ideia-chave de resolução” me faz perceber que, num grupo colaborativo de resolução, há um indivíduo que surgirá com o *insight* definidor. Ou seja, há um sujeito cuja ideia heurística pode ser vista como a mais apropriada para se tornar a ideia-chave de resolução.

Nesse caso, mesmo com o resolvidor situacional descobrindo a ideia-chave, necessariamente há um processo de compartilhamento dessa ideia, de modo que os membros

do grupo possam apreciá-la, no sentido de refiná-la e de endossá-la como ideia consensual entre os pares (Koichu, 2018). Nessa direção, Pruner e Liljedahl (2021) complementam esse pensamento observando “[...] que a colaboração expande não apenas a base de conhecimento disponível para um grupo de alunos, mas também o repertório de experiências passadas que podem ser utilizadas quando confrontadas com um novo problema” (Pruner e Liljedahl, 2021, p. 755).

No segundo pressuposto considerado por Koichu (2018), de que “Uma ideia-chave de resolução pode ser criada por um resolvidor situacional como uma mudança de atenção, em uma sequência de suas mudanças de atenção ao lidar com o problema”, observei que a criação da ideia de RP surge dos movimentos internos dos sujeitos que, uma vez influenciados por vários recursos, mobiliza seu processo de mudanças de atenção.

Em relação ao terceiro pressuposto, Koichu (2018) assevera que os caminhos de mudança de atenção são determinados por três tipos diferentes de recursos: 1) os recursos individuais; 2) a interação entre pares do grupo; e 3) interação com uma fonte de conhecimento externa. Cada um desses recursos – que recebem atenção, na sequência – é provido de características próprias e possuem aspectos provocativos para as mudanças de atenção necessárias à criação da ideia-chave da RP.

- *Recursos Individuais*

São o conjunto de conhecimentos prévios e experiências acumuladas que cada sujeito possui, podendo ser adquiridos tanto em contextos escolares como em contextos não-escolares. Considero, também, como recurso individual, a reorganização dos recursos existentes, de modo a se obter um novo conhecimento que pode levar à criação da ideia-chave da resolução.

Para Allevato e Onuchic (2014), os recursos individuais podem abranger, dentre outras coisas, a linguagem matemática de que os sujeitos dispõem, podendo ser gráficos, tabelas, desenhos e esquemas. Nessa perspectiva, Vale, Pimentel e Barbosa (2015) consideram que a RP possibilita ao indivíduo “[...] usar várias abordagens, utilizar conhecimentos anteriores, apresentar as suas ideias ao grupo, justificá-las de forma convincente” (Vale, Pimentel e Barbosa, 2015, p. 43).

- *Interação entre Pares*

Consiste nos diálogos promovidos, no âmbito de um determinado grupo, durante a discussão de estratégias heurísticas. Nesse movimento, os sujeitos se põem em marcha na ação de encontrar o caminho ideal para a solução.

Alro e Skovsmose (2010), numa perspectiva investigativa, consideram que o diálogo é parte importante de um *processo de investigação*, em que se busca alcançar novos entendimentos. Durante esse processo, segundo os autores, os sujeitos agem entre si, num movimento de interação, movidos pela curiosidade, pelo pensamento crítico e pela consideração reflexiva (Skovsmose e Valero, 2010).

Para Koichu, Parashá e Tabach (2021), as tarefas matemáticas de RP são consideradas uma ação social e, para tanto, requerem a participação de vários sujeitos para o seu desenvolvimento. A atuação desses sujeitos pode se manifestar de diferentes formas, de modo a encontrar a ideia-chave de RP.

A interação entre pares, no processo de RP, ainda é argumentada por esses autores, ao considerarem que

Quando uma tarefa de RP é abordada em pequenos grupos, o processo de endossar ou rejeitar uma determinada solução pode ser considerado uma atividade argumentativa, ou seja, uma atividade em que os interlocutores se engajam em um diálogo caracterizado por uma consideração crítica dos argumentos uns dos outros (Koichu, Parashá; Tabach, 2021, p. 833, tradução nossa).

Diante da explicação dos autores, percebo que, pro meio do diálogo promovido pela RP, os argumentos e justificativas apresentados pelos sujeitos em busca de uma ideia-chave são passíveis de crítica e de avaliação pelos demais componentes do grupo.

Isso reforça a necessidade de se reconhecer o diálogo como fio condutor do processo de resolução, de modo que, uma vez avaliadas as ideias sugestivas apresentadas pelos resolvedores, tais ideias possam ser convertidas em ideia-chave que pode resolver completamente o problema (Koichu, 2018).

- *Interações com uma Fonte de Conhecimento da Resolução do Problema*

Esse recurso significa a busca de recursos fora do grupo colaborativo considerado. Ocorre quando os recursos internos do grupo se esgotam, demandando a procura por informações adicionais em fontes externas, as quais podem apontar caminhos para se chegar à ideia-chave de resolução. Os recursos externos podem ser obtidos em ações como: instruir-se em livros didáticos, consultar o professor responsável pela turma, dialogar com colegas de fora

do grupo considerado, pesquisar eventuais explicações na internet, dentre outras (Koichu, Parashá e Tabach, 2021).

Nessa mesma perspectiva, identifiquei consideração semelhante de Pruner e Liljedahl (2021), os quais asseveram que “[...] a resolução de problemas depende de heurística, experiência e recursos pessoais e que, na vida real, os resolvidores de problemas dependem não apenas de seus próprios recursos, mas também de recursos externos: pares, tecnologia, redes sociais, etc” (Pruner e Liljedahl, 2021, p. 769, tradução nossa).

Os recursos que podem levar à RP também têm possibilidade de surgir por meios externos aos membros do grupo considerado. Conforme os autores, além dos recursos individuais, é importante destacar a gama de possibilidades oferecidas pelos recursos externos. Desse modo, entendo que, na atualidade, torna-se praticamente impossível se deparar com tarefas de RP cuja solução não enseja algum tipo de ideia ou sugestão proveniente de outras fontes.

A valorização das relações interpessoais e da escuta ativa no cotidiano escolar fortalece a constituição de uma prática pedagógica que favorece o desenvolvimento crítico, coletivo e inclusivo do conhecimento matemático. A perspectiva colaborativa desponta como referencial apropriado para se repensar a sala de aula de Matemática, desafiando modelos tradicionais e ampliando as possibilidades de participação e protagonismo dos sujeitos envolvidos.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA: OS MÉTODOS UTILIZADOS NESTA REVISÃO SISTEMÁTICA

Este capítulo apresenta os caminhos metodológicos adotados na pesquisa intitulada “A Dinâmica Colaborativa na Resolução de Problemas: um estudo na perspectiva da Educação Matemática”. O propósito central é explicitar os seus fundamentos, articulando a abordagem qualitativa com o método da revisão sistemática. A metodologia constitui o eixo central da coerência científica da tese, pois garante que o percurso de análise e interpretação mantenha consonância com os objetivos e pressupostos teóricos delineados na pesquisa. Além disso, Severino (2016) pontua que

A ciência utiliza-se de um método que lhe é próprio, o método científico, elemento fundamental do processo do conhecimento realizado pela ciência para diferenciá-la não só do senso comum, mas também das demais modalidades de expressão da subjetividade humana, como a filosofia, a arte, a religião (Severino, 2016, p. 108).

Nesse sentido, percebi a importância de se fazer uma escolha metodológica apropriada, para garantir a cientificidade da tese. Essa escolha, entretanto, consistiu em definir o conjunto de procedimentos lógicos e técnicas operacionais que conseguissem estabelecer as relações causais existentes (Severino, 2016).

A presente pesquisa se fundamenta em uma revisão sistemática, cujo objetivo é compreender e discutir a dinâmica colaborativa na RP sob a ótica da Educação Matemática, identificando contribuições teóricas e metodológicas que podem favorecer práticas docentes mais reflexivas e emancipatórias. A abordagem metodológica deste estudo é qualitativa de natureza bibliográfica, com enfoque interpretativo-compreensivo, o que me permite analisar criticamente os conceitos emergentes na literatura especializada.

Nos estudos promovidos, identifiquei que as revisões sistemáticas desempenham diversas funções no campo da ciência. Essas revisões podem fornecer, por exemplo, sínteses do estado do conhecimento em um campo, possibilitando a identificação de futuras prioridades de pesquisa, como também abordar questões que, de outra forma, não seriam respondidas por estudos individuais (Page et al, 2022).

Bicudo (2014) traz uma reflexão importante sobre este método, ao considerar que

O procedimento de integrar esses resultados pauta-se em uma revisão sistemática de literatura, na análise dos métodos seguidos, dos subtemas trabalhados, das conclusões a que chegaram. Está embasado na compreensão de que a integração de várias pesquisas independentes oferece maior sustentação para trabalhos futuros e balizam

modos de observar os fatos de maneira mais rigorosa, pois tende a um padrão (Bicudo, 2014, p. 8).

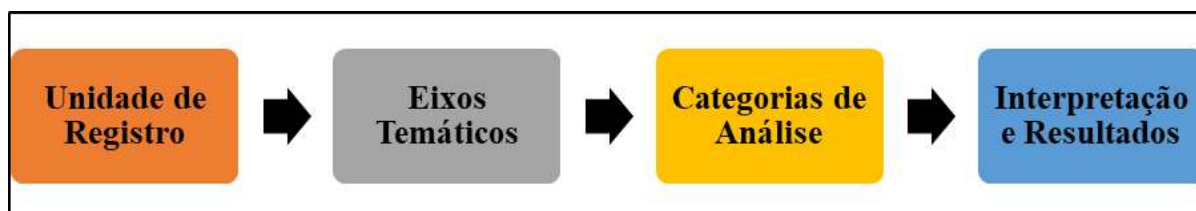
Com base nessas reflexões e nos demais estudos realizados, consegui identificar que as revisões sistemáticas de literatura por muito tempo foram produzidas, segundo as concepções dos próprios pesquisadores, resultando em trabalhos que, em muitos casos, não alcançaram os propósitos esperados. A falta de transparência na seleção dos estudos para as revisões e a inexistência de diretrizes para a escrita dos relatórios finais foram problemas apontados pela comunidade científica.

Ainda, de acordo com Page et al (2022), um grupo de pesquisadores canadenses se movimentou para estabelecer diretrizes que pudessem padronizar o trabalho de revisões sistemáticas, de modo a conferir-lhes a transparência necessária e o rigor científico de uma investigação. Nesse sentido, ficaram instituídos os Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA), que correspondem a um conjunto de orientações que auxiliam os pesquisadores, nesta tarefa, e nas ações de meta-análises.

O modelo PRISMA, segundo Page et al (2022), é constituído de dois elementos fundamentais, que são o *check-list* e o fluxograma. O *check-list* consiste nos itens que devem constar nos relatórios finais (artigos, dissertações, teses...) das revisões sistemáticas de literatura, isto é, são as possíveis seções textuais que devem compor a comunicação científica em questão. Por outro lado, o fluxograma consiste na representação das etapas analíticas feitas nos trabalhos escolhidos na (para a) revisão sistemática. Para Page et al (2022), o fluxograma tem a função semelhante a um mapa, no qual é possível representar as fases analíticas que se realizou no material levantado.

Desse modo, nesta tese, o fluxograma que representa as etapas desenvolvidas é indicado conforme ilustra a figura seguinte:

Figura 2 - Fluxograma



Fonte: elaborado pelo autor.

O fluxograma sintetiza as etapas observadas de modo rápido, ilustrando o processo que percorri para elaborar a teorização que precisei desenvolver.

O modelo PRISMA, desde quando foi concebido, no ano de 2002, assumiu três versões diferentes. A primeira delas, no ano de início dos trabalhos, foi produzida em 2002; a segunda, em 2009; e a terceira, que é usada nesta tese, foi elaborada em 2020. A literatura considera que a atualização das versões do modelo PRISMA representa uma ação de facilitar e padronizar os encaminhamentos das revisões sistemáticas, conferindo maior rigor científico às meta-análises desenvolvidas.

Em relação ao *check-list*, esta tese considerou os seguintes itens na composição de seu relatório final: introdução, descrição do processo de levantamento dos estudos, referencial teórico, metodologia utilizada, análise dos dados, resultados e compreensões alcançadas e, por fim, notas conclusivas. Entendi que esses itens são suficientes para se desenvolver a minha pesquisa com rigor e cientificidade.

Esta investigação também se reveste dos aspectos da abordagem qualitativa. Minha intenção com essa tese não é apresentar as conclusões quantificadas. Mas, construir interpretações próprias acerca da interrogação formulada. De acordo com Ferreira (2020), a pesquisa qualitativa tem como finalidade compreender o fenômeno em sua totalidade, a partir de interpretações que o investigador realiza e das relações que surgem das práticas humanas no contexto social.

Como essa pesquisa tem o propósito de compreender a prática de RP numa perspectiva colaborativa, as compreensões alcançadas precisaram ser estabelecidas do ponto de vista qualitativo, conferindo maior holisticidade à meta-análise produzida. Nesse sentido, os paradigmas qualitativos conseguiram me proporcionar alternativas para realizar as interpretações necessárias para esta investigação.

Assim, a opção por essa abordagem, como dito anteriormente, está em consonância com o propósito de compreender as interações colaborativas que emergem no processo de resolução de problemas matemáticos. De modo semelhante, selecionei, levando em consideração os objetivos da pesquisa, a adoção da revisão sistemática como método de levantamento. A revisão sistemática, nesse caso, foi adotada como método de levantamento e análise de produções científicas publicadas entre os anos de 2015 e 2025, em bases como SciELO, Google Scholar, ERIC e CAPES Periódicos.

Segundo Ferreira (2018), a revisão narrativa permite ao investigador que se faça uma leitura crítica e integradora das diferentes contribuições teóricas, desprovida da rigidez dos protocolos quantitativos, mas com o rigor interpretativo exigido pela pesquisa científica. Bicudo (2014) complementa essa ideia afirmando que a meta-análise “É uma investigação

pautada em comparações e análises dos dados primários de pesquisas, tomadas como significativas em relação ao tema posto em foco” (Bicudo, 2014, p. 9).

Reforço que este estudo se ancora na perspectiva fenomenológica e dialógica defendida por Bicudo (2011, p. 42), para quem “a investigação em Educação Matemática requer abertura ao sentido do vivido, à escuta do sujeito e à compreensão dos significados que se constituem na experiência pedagógica”.

Essa concepção orienta a leitura e a análise dos textos selecionados, valorizando o processo de construção coletiva do conhecimento. Após a coleta do material bibliográfico, procedeu-se à leitura flutuante, seguida da análise temática e interpretativa dos conteúdos, com base na técnica de categorização proposta por Bardin (2016), adaptada para o campo da Educação Matemática. O quadro, na sequência, expõe as etapas da revisão sistemática.

Quadro 3 - Etapas da Revisão Sistemática (Modelo PRISMA Adaptado⁸)

ETAPA	DESCRIÇÃO	PROCEDIMENTOS ADOTADOS
Planejamento	Definição da questão de pesquisa e objetivos da revisão	Identificação da problemática e delimitação teórica
Estratégia de busca	Seleção das palavras-chave e bases de dados	SciELO, Google Scholar, ERIC, CAPES Periódicos
Seleção de estudos	Aplicação de critérios de inclusão e exclusão	Inclusão: textos 2015–2025; Exclusão: estudos quantitativos
Leitura e extração dos dados	Leitura flutuante e fichamento temático	Registro dos objetivos e resultados
Síntese interpretativa	Construção das categorias temáticas	Análise baseada em eixos de sentido
Validação teórica	Revisão cruzada das interpretações	Comparação entre categorias e autores

Fonte: elaborado pelo autor.

⁸ A adaptação do modelo foi realizada de modo a se alcançar a questão de pesquisa e o seu objetivo geral.

Quadro 3 - Categorias Analíticas e Eixos de Interpretação

CATEGORIA	DESCRIÇÃO INTERPRETATIVA	AUTORES-CHAVE
Colaboração como processo de construção de sentido	Interação entre sujeitos na busca compartilhada por soluções e significações	Ferreira (2018); Bicudo (2011)
Resolução de Problemas como Prática formativa	A resolução de problemas como mediadora da aprendizagem e da formação docente	Bardin (2016); Ferreira (2020)
Prática Educativa e Autonomia do Sujeito	O papel do professor como facilitador da colaboração e do pensamento crítico	Bicudo (2015); Ferreira (2022)
Colaboração como processo de construção de sentido	Interação entre sujeitos na busca compartilhada por soluções e significações	Ferreira (2018); Bicudo (2011)
Resolução de Problemas como Prática formativa	A resolução de problemas como mediadora da aprendizagem e da formação docente	Bardin (2016); Ferreira (2020)

Fonte: elaborado pelo autor.

A síntese das etapas e categorias apresentadas reafirma o compromisso deste estudo com uma perspectiva crítica e interpretativa da Educação Matemática. A pesquisa não se limita à descrição de práticas, mas busca compreender os sentidos do aprender e ensinar como fenômenos compartilhados e dinâmicos. Conforme Ferreira (2018, p. 27), “pesquisar é dialogar com o outro e consigo mesmo, revisitando conceitos e práticas que se constroem no movimento entre teoria e ação”.

As três categorias estabelecidas representaram um esforço de classificação das produções levantadas, cuja elaboração se deu em constante observância aos objetivos da investigação. Ao construí-las, busquei inspiração em Moraes (1999) e Franco (2005), os quais

sugerem um conjunto de características que conferem rigor científico às categorias: validade, homogeneidade, exaustividade, exclusividade e consistência.

Nesse sentido, estabeleci as categorias de modo que se tornassem *válidas*, pois me esforcei para que elas fossem “[...] significativas em relação aos conteúdos dos materiais que estão sendo analisados, constituindo-se numa reprodução adequada e pertinente destes conteúdos” (Moraes, 1999, p. 7). Ao retomar as categorias estabelecidas, 1) Colaboração como Processo de Construção de Sentido; 2) Resolução de Problemas como Prática Formativa; e 3) Prática Educativa e Autonomia do Sujeito, observei que todas elas contemplam a essência constitutiva dos materiais levantados.

De igual modo, elaborei a categorização desse material conferindo a ele contornos de *homogeneidade*, buscando alinhar sua extensão e profundidade. A ideia-chave que balizou a construção das categorias foi a adoção do critério de RP enquanto prática educativa. Para tanto, levei em consideração que, no sistema de categorias qualitativas, “Sua organização deve ser fundamentada em um único princípio ou critério de classificação” (Moraes, 1999, p. 7). Assim, as três categorias concebidas nesta tese atendem, em linhas gerais, ao critério das práticas escolares de RP.

As categorias analíticas também foram estabelecidas observando sua *exaustividade*. Tive a preocupação de agrupar todo o material escolhido, de forma coerente, sem deixar de fora informações relevantes para os objetivos do estudo. Em outras palavras, minha categorização foi construída de modo a poder classificar todos os elementos disponíveis para minha investigação.

Levando em consideração que um mesmo dado não pode ser incluído em mais de uma categoria (Moraes, 1999), procurei construir o sistema de classificação que pudesse viabilizar a unicidade das informações levantadas. Desse modo, as categorias 1) Colaboração como Processo de Construção de Sentido; 2) Resolução de Problemas como Prática Formativa; e 3) Prática Educativa e Autonomia do Sujeito, possibilitam essa unicidade. Entendi que a *exclusividade* me daria mais condições para realizar as análises de modo consistente.

Por fim, o sistema categorial aqui estabelecido prezou pela *consistência*. “Isto significa que não deveria ficar nenhuma dúvida quanto às categorias em que cada unidade de conteúdo deveria ser integrada” (Moraes, 1999, p. 7). Além disso, as categorias foram pensadas no intuito de conferir sentido ao processo analítico, contribuindo para que a investigação alcançasse as compreensões desejadas.

Nessa mesma direção, Bicudo (2015, p. 61) defende que “o rigor científico não está na rigidez dos métodos, mas na coerência entre a intenção investigativa e o caminho trilhado para

compreender o fenômeno”. Assim, a metodologia adotada garante a coerência epistemológica e o rigor acadêmico esperados em um trabalho doutoral, oferecendo uma base sólida para a análise e discussão dos resultados, que serão apresentadas no capítulo seguinte.

5 IMPLICAÇÕES DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE NATUREZA COLABORATIVA: UMA ANÁLISE APROFUNDADA DOS ESTUDOS SELECIONADOS

A análise e discussão referente à pesquisa “Dinâmica Colaborativa na Resolução de Problemas: um estudo na perspectiva da Educação Matemática” norteia um caminho cujo foco é a compreensão abrangente e sistematizada dos aspectos colaborativos da prática de RP. A análise e a interpretação realizada sobre os artigos constitutivos da meta-análise me fizeram desenvolver pontos de vista capazes de formular novas compreensões do fenômeno investigado.

Nesse sentido, o estudo desenvolvido sob a égide do objetivo central da tese me fez observar as implicações positivas, continuamente implícitas, do uso de tarefas de RP, em grupos colaborativos, nas aulas de Matemática. Posso afirmar que, em linhas gerais, a prática colaborativa de RP apresenta potencialidades formativas em todos os segmentos escolares que fazem seu uso: seja na aprendizagem dos estudantes, seja nos programas de desenvolvimento profissional de professores, seja para aprimorar o diálogo e a negociação de sentidos, seja para implementar uma educação matemática que valorize o conhecimento como uma construção coletiva.

É fato que essa temática se insere no campo da Educação Matemática, mas possui a peculiaridade de se ramificar para quase todas as linhas desse domínio do conhecimento. Assim, essa observação me habilita a afirmar que a RP constitui um terreno fértil para se levantar questões científicas e para a problematização da prática docente dos educadores. Nesta tese, formulei uma questão que me fez perceber a ponte que se estabelece entre prática escolar, trabalho colaborativo, tarefa matemática e resolução de problemas. Isso posto, apresento, a seguir, a descrição do processo analítico desenvolvido sobre o conjunto de estudos que compuseram esta meta-análise.

De acordo com a análise promovida, observei que a dinâmica colaborativa da RP, no domínio da Educação Matemática, tem se tornado objeto cada vez maior de investigação científica, estando em conformidade com as evidências identificadas nas pesquisas da edição temática da ZDM (2021). A análise minuciosa dessas investigações me revelou que tais estudos apresentam um foco crescente, como já pontuado em parágrafos anteriores, em desenvolvimento de modelos processuais de RP, em práticas colaborativas, formação docente, tecnologias digitais, formulação de problemas, dentre outros.

5.1 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTUDOS DO MESMO PERIÓDICO

No meu movimento de meta-análise, consegui delinear a construção de pontos de convergência entre essas pesquisas e pontuar relações importantes entre elas. Faço, aqui, um destaque importante de que é possível que haja outras relações possíveis entre o material analisado, bem como pode haver semelhanças epistemológicas de grande relevância. No entanto, nesta investigação, as relações identificadas e sistematizadas foram norteadas pelo meu objetivo de estudo e pela pergunta-diretriz formulada.

Elaboração de Modelos Educativos de RP e Tarefas Colaborativas - o estudo “Um modelo descritivo de fase de resolução de problemas”, realizado por Rott, Specht e Knipping (2021), sugere que a RP que pode ser desenvolvida em fases cíclicas e não lineares, como normalmente acontece com os problemas rotineiros da vida real. O modelo descritivo de fases, de acordo com os autores, permite aos sujeitos se movimentarem no processo de resolução, podendo avançar em etapas importantes, como também retornar àquelas em que forem identificadas necessidade de ajustes.

Observei, nesse caso, que o modelo descritivo de fases de RP dispõe de maior flexibilidade resolutiva, pois oferece elementos conceituais que conseguem romper com a linearidade e rigidez dos modelos normativos. O modelo normativo, caracterizado por uma abordagem rígida, consiste em práticas de ensino e aprendizagem constituídas de etapas sequenciais e preclusivas. Isso, a meu ver, dificulta aos sujeitos na busca pela validação de suas respostas, ou seja, não estimula os estudantes a refletirem sobre suas estratégias e a confirmarem se a solução encontrada representa a resposta do problema em questão, já que a etapa final, em que normalmente o sujeito poderá se encontrar, não possibilita retorno às fases antecedentes.

Rott, Specht e Knipping (2021) trazem uma consideração importante sobre o modelo descritivo de RP ao afirmarem que essa abordagem apresenta muito mais potencialidade em tarefas colaborativas. Assim, quando a tarefa de RP é desenvolvida em grupos, a possibilidade de se promover ações de retomada, por exemplo, validação de respostas, amplia-se de forma considerável. O aporte teórico utilizado no estudo atribui essa conclusão à participação conjunta de vários sujeitos que, em sinergia, constitui-se como uma unidade pensante dentro de um grupo reflexivo/coflexivo maior.

Considero que o modelo descritivo de RP se torna fundamental para se compreender e analisar o funcionamento dessas interações colaborativas, pois, como exposto anteriormente, permite aos resolvidores identificar em que fase do problema se encontram e perceber como a colaboração influencia a transição natural entre elas. Observo ainda que, diferente do modelo normativo, em que normalmente as fases possuem nomes pré-determinados, dando ao sujeito a

possibilidade de saber de forma antecipada em que estágio estará ao final de uma ação, no modelo descritivo os estudantes identificam essas etapas no curso do processo, muitas vezes sem a necessidade de ajuda do professor.

Essa perspectiva de modelo descritivo de fases estabelece diálogo com a proposta de Koichu, Parashá e Tabach (2021), “Tarefas do estilo ‘Quem está Certo?’ como estratégia para se promover práticas colaborativas de olhar para trás”. Esse estudo apresenta contribuições valiosas sobre a importância da fase resolutive “olhar para trás” – uma etapa que, além de ser negligenciada, não é estimulada pelos modelos normativos. Como já discutido anteriormente, a validação da solução pode ser mais bem estimulada em processos de RP que se ancoram em modelos descritivos. É nesse ponto que a proposta de Koichu, Parashá e Tabach (2021) encontra convergência, já que seus achados revelam a potencialidade da tarefa ‘Quem está Certo?’ no desenvolvimento colaborativo da validação de respostas (última fase) de um problema.

Observei que os autores destacam a essencialidade da colaboração para que as tarefas que promovam a (auto)reflexão e (auto)coflexão possam ter implicações práticas e positivas. Essa abordagem me despertou o olhar, assim como os próprios autores afirmam, para as tarefas de natureza retrospectiva, as quais podem atuar na construção do raciocínio matemático dos sujeitos e contribuir para que eles desenvolvam a reflexão metacognitiva. A colaboração é vista, neste contexto, como um fator determinante que reforça a prática reflexiva, por vezes difíceis de se alcançar de forma individual.

Proposição de Problemas e Formação de Professores de Matemática - o estudo desenvolvido por Zhang e Cai (2021), intitulado “Ensinar Matemática por meio da Proposição de Problemas: percepções a partir de uma análise de estudo de caso” revela que a formulação de problemas se constitui como uma prática de ensino e aprendizagem de Matemática com grande potencial formativo. Os autores, ao longo do artigo analisado, ressaltam a importância e a necessidade de se incorporar a proposição nos currículos escolares como uma estratégia educativa legítima para ser desenvolvida pelos professores.

Identifiquei, em outra passagem do artigo, que Zhang e Cai (2021) reconhecem que as tarefas de proposição de problemas possibilitam a compreensão conceitual dos sujeitos e o desenvolvimento do seu raciocínio matemático. Embora a investigação dos autores não tenha a dinâmica colaborativa como seu pano de fundo, a formulação de problemas em sala de aula apresentou aspectos importantes para a formação dos sujeitos. Nesse sentido, percebi que essa prática de ensino e aprendizagem pode favorecer a criação de um ambiente escolar aberto a discussões e à exposição de pontos de vista.

Não posso me eximir de considerar que a proposição de problemas, assim como a resolução de problemas, pode se tornar mais eficiente, do ponto de vista formativo, se for desenvolvida como tarefas colaborativas. A sinergia de grupo, enquanto unidade maior, confere maior fonte de recursos para se elaborar um problema matemático que faça sentido para os sujeitos em questão.

Apesar de vislumbrar as implicações positivas da proposição de problemas, é importante, convém levantar um ponto que merece atenção. O estudo desenvolvido pelos autores sugere, dentre outros encaminhamentos, a inclusão da proposição de problemas no currículo escolar e sua legitimação como prática escolar com alto potencial formativo. Ocorre que essa abordagem educativa, ainda não é popularizada entre os educadores matemáticos. Na realidade, o próprio domínio da Educação Matemática conclama a realização de mais pesquisas deste fenômeno.

Isso me faz perceber que a proposição de problemas, para ser assumida pelos professores, precisa ser mais bem conhecida. Essa situação se torna ainda mais complexa quando se verifica sua ausência nos documentos curriculares, afinal, grande parte dos docentes se apoia nesses currículos para desenvolver sua prática profissional. Vejo que é necessário, além de se implementar a proposição de problemas no currículo, fazer com que os professores de Matemática vivenciem experiências formativas com essa abordagem, por meio de programas de desenvolvimento profissional.

A atenção que se deve atribuir a esse ponto encontra convergências, por exemplo, nos estudos de Saadati e Felmer (2021). Embora a investigação tenha sido promovida no contexto de outra abordagem, seus resultados encontram elos com o artigo de proposição de problemas discutidos anteriormente. Assim, a pesquisa “Avaliação do impacto de um programa de desenvolvimento profissional de professores no desempenho dos alunos na resolução de problemas”, de Saadati e Felmer (2021), expõe uma realidade quase semelhante, ao considerarem que a resolução de problemas ainda é uma abordagem desconhecida, ao menos na prática, por muitos educadores matemáticos.

Na pesquisa, Saadati e Felmer (2021) relatam as implicações de um programa de desenvolvimento profissional de professores cujo objetivo era oportunizar experiências formativas em RP. De acordo com os resultados, a pesquisa conseguiu evidenciar que o aproveitamento escolar dos estudantes, cujos professores eram participantes da formação docente, melhorou de forma satisfatória, em comparação aos demais estudantes.

As implicações da formação docente podem ser compreendidas por Saadati e Felmer (2021), quando os autores apresentam estatisticamente a correlação positiva que há entre a

formação específica do professor e a melhoria da aprendizagem dos estudantes. Tais achados são essenciais para se almejar a adoção de práticas educativas de proposição de problemas nos espaços escolares, pois sua viabilidade, como afirmado anteriormente, depende do desenvolvimento de proficiências específicas nos educadores para que possam orquestrar seus ensinamentos.

Resolução de Problemas com Tecnologias e Colaboração em Ambientes de Escolha

- O papel da tecnologia no contexto da RP é investigado por Cirillo e Hummer (2021), no artigo “Competências e comportamentos observados quando os alunos resolvem problemas de prova de geometria: um estudo de entrevistas com a tecnologia *smart pen*”, e por Oi-Lam e Cui (2021), no estudo intitulado “Examinando a resolução de problemas matemáticos de alunos do ensino fundamental em um contexto de programação, rumo a uma Educação Matemática aprimorada computacionalmente”. Esses trabalhos têm por finalidade revelar como as ferramentas digitais educativas (como a *smart pen* para capturar processos de raciocínio ou a programação para um contexto computacionalmente aprimorado) podem facilitar o desenvolvimento de competências em demonstração geométrica e ajudar a revelar como essas competências são mobilizadas pelos estudantes, inclusive em contextos colaborativos, oferecendo novos procedimentos para se analisar a dinâmica de grupo.

Dessa forma, os estudos desenvolvidos tiveram a pretensão de verificar as possíveis implicações da utilização de artefatos tecnológicos nos processos de RP. Embora os autores considerem que seus achados necessitam de maior aprofundamento, não se pode negar que essas conclusões reconhecem os artefatos tecnológicos como recurso potencial para se resolver um problema. Diante do exposto, entendo que os artefatos consistem em dispositivo auxiliar que possibilita ao sujeito construir as inúmeras estratégias que poderão levá-lo à solução completa do problema.

Esse aspecto encontra pontos de convergência com a pesquisa de Pruner e Liljedahl (2021), “Resolução colaborativa de problemas em um ambiente rico em escolhas”. O estudo sugere que a autonomia concedida aos sujeitos de um grupo colaborativo, no sentido de fazer suas próprias escolhas numa tarefa de RP, potencializa sua resolução e fortalece a colaboração entre os pares.

Pruner e Liljedahl (2021) argumentam que a construção de uma estratégia heurística em RP pode ser desenvolvida, em linhas gerais, a partir do conhecimento dos estudantes e de recursos externos a eles, como artefatos tecnológicos, livros didáticos, diálogo com membros de outros grupos, consulta ao professor. Para os autores, esses recursos externos contribuem para a ampliação de informações de que os estudantes precisam. Nesse sentido, observo que a

convergência entre os dois artigos seja o reconhecimento dos artefatos tecnológicos como recursos potenciais para se promover a RP.

Um ponto que merece atenção é que o modelo teórico que respalda a tarefa colaborativa de RP põe em foco a sala de aula em que os estudantes possam exercer a liberdade de solucionar a questão dispondo de diversos recursos. Assim, compreende-se que, nesta tarefa, os sujeitos começam a resolvê-la utilizando seus próprios conhecimentos acumulados. Caso esses saberes não sejam suficientes para elaborar uma solução satisfatória, o modelo teórico assumido na pesquisa reconhece a possibilidade do grupo em avançar na busca de mais recursos (podendo ser aparatos tecnológicos) que permitam elaborar a resposta para o problema.

Como mais um fator de análise e consideração, e para obter uma percepção mais ampla da questão de pesquisa levantada, procedi ao exame de outros artigos de RP publicados na Revista Quadrante (2015). Observei que o conjunto de artigos da Revista Quadrante (2015) oferece uma perspectiva direcionada à prática letiva na sala de aula, podendo se tornar um contraponto ou até mesmo um complemento às abordagens mais teóricas da Revista ZDM.

Problemas do Mundo Real e Currículo de Matemática - os autores Brody, Emes e Lesh (2015), em seu artigo “Conectando experiências de resolução de problemas do mundo real e da escola”, discutem a importância de se promover mudanças nas práticas educativas de RP, no sentido de atribuir aspectos de problemas não rotineiros, isto é, do mundo real, nas tarefas desenvolvidas no espaço escolar. Na conclusão da pesquisa, identifiquei que os autores disponibilizaram, além de algumas considerações pontuais do trabalho, uma sugestão de sequência de ensino que permite construir tarefas de RP que se aproximam dos autênticos problemas da vida real.

Reconheço a importância do estudo de Brody, Emes e Lesh (2015). A literatura costuma atribuir aos problemas do mundo real uma posição de destaque na busca do desenvolvimento do pensar matemático. Outra reflexão importante que preciso considerar é que os problemas não rotineiros, ou seja, do mundo real, apresentam a particularidade de poderem ser mais bem resolvidos em grupos colaborativos. Isso porque tais problemas costumam representar a realidade dos sujeitos convidados a resolvê-lo. São problemas que admitem infinitas estratégias heurísticas e essas estratégias podem ser construídas com a coparticipação dos estudantes.

Assim, consegui identificar elementos em comum entre este estudo e a proposta de Vale, Pimentel e Barbosa (2015), cujo título é “Ensinar matemática com resolução de problemas”. Aqui, as autoras argumentam sobre a possibilidade de se construir, no contexto escolar, problemas matemáticos não rotineiros para que os estudantes desenvolvam a capacidade de formular variadas estratégias. Essa reflexão me fez perceber, conforme discutido em Brody,

Emes e Lesh (2015), que os problemas oriundos do mundo real, para serem resolvidos, admitem infinitas estratégias heurísticas.

A centralidade da RP no currículo escolar é outro ponto defendido por Vale, Pimentel e Barbosa (2015). Identifiquei que as autoras concebem a RP não apenas como um objeto de conhecimento, mas também como uma prática letiva legitimada a ensinar Matemática. Desse modo, considero que a inserção da RP em currículos de Matemática pode ser uma possibilidade de estimular a adoção de tarefas colaborativas nas salas de aula. Sendo concebida como prática legítima nos currículos, é possível que a escola adote essa estratégia educativa para realizar uma formação mais ampla e que promova o diálogo e a negociação de sentidos.

Formulação de Problemas Verbais e Tecnologias na RP - A análise do trabalho de Souza e Guimarães (2015), intitulado “A formulação de problemas verbais de matemática: porque e como” me revelou aspectos importantes dessa prática para a aprendizagem dos estudantes. Identifiquei que os autores apontam um conjunto de características que precisam ser observadas na prática de proposição de problemas verbais de Matemática, entre elas o uso da voz ativa, a utilização desses problemas em grau crescente da dificuldade, a ordem de construção do enunciado ser a mesma dos cálculos desenvolvidos, dentre outros.

Nesse sentido, consegui identificar que essas características de um problema verbal de Matemática, de assumir uma lógica natural de crescimento, podem significar um processo de transição. Desenvolver tarefas matemáticas que oportunizam transições permite ao sujeito se movimentar no conjunto de saberes que ele apresenta em sua trajetória escolar. Isso permite, também, que o sujeito consiga se situar no campo dos seus próprios conhecimentos.

Entendo que desenvolver proficiências em formulação verbal e em resolução de problemas nas aulas de Matemática pode movimentar uma dinâmica de trabalho em grupo colaborativo, no sentido de que a construção do problema formulado e sua possível resolução favorecem o diálogo, a negociação de sentidos, o pensar colexivo. A associação entre essas perspectivas amplia o movimento de transição nas tarefas escolares, ao se admitirem várias unidades pensantes contribuindo para este processo. O artigo, em linhas gerais, discute os fundamentos teórico-práticos para se implementar a prática de proposição de problemas no contexto escolar português, mas encontra eco em descobertas recentes observadas nos artigos da Revista ZDM (2021).

O movimento de transição apontado me fez identificar algo semelhante na investigação “A resolução de problemas com a folha de cálculo na aprendizagem de métodos formais algébricos”, produzido por Nobre, Amado e Ponte (2015). Na análise promovida, verifiquei que este trabalho explora o uso de tecnologias digitais, como a folha de cálculo e planilhas

eletrônicas, para apoiar o movimento de transição entre o raciocínio numérico e o raciocínio algébrico. Na minha concepção, essa movimentação observada entre dois ou mais raciocínios pode favorecer a construção de um pensamento matemático mais flexível e dinâmico, ao desenvolver nos sujeitos a autopercepção.

Em um contexto colaborativo, a propósito, o estudo de Nobre, Amado e Ponte (2015) me faz perceber que o uso da folha de cálculo, caso seja desenvolvido em tarefas colaborativas de RP, pode contribuir para que se tenha um engajamento coletivo, o estímulo ao diálogo, a negociação de sentidos e o pensamento conjunto de ações. De modo geral, entendo que a folha de cálculo, assim como grande parte dos recursos tecnológicos, amplia a possibilidade de se desenvolver raciocínios matemáticos diversos e permite que se faça transições sucedidas entre eles.

Design de Problema e Panorama da RP - Buscando compreender a natureza constitutiva de um problema, os pesquisadores Freiman e Manuel (2015) desenvolveram o estudo “Relacionando as percepções de interesse e dificuldade dos alunos com a riqueza de problemas matemáticos”. Ao analisar esse estudo, observei que a ideia dos autores era determinar critérios de qualificação de um bom problema matemático.

Identifiquei que Freiman e Manuel (2015) buscaram fazer uma correlação entre um problema “rico” e a percepção de interesse ou dificuldade dos usuários em resolvê-los. O fato desta pesquisa ter se desenvolvido num ambiente virtual semelhante aos *chats*, no caso o projeto CAMI, permitiu a socialização e a participação de muitos usuários. A plataforma apresentava diferentes tipos de problemas e oferecia oportunidade para serem resolvidos. Nesse sentido, considero que esta plataforma se constitui num espaço colaborativo de resolução de problemas, pois algumas discussões entre os usuários são identificadas, por exemplo, crítica à estrutura do problema, sugestões de possíveis estratégias, refinamento de estratégias e avaliação retrospectiva das soluções encontradas.

A identificação de problemas “ricos”, ou seja, aqueles que conseguem despertar interesse, têm potencialidades para se promover tarefas de natureza colaborativa. Entendo que os problemas fáceis, ou até mesmo aqueles com grau de dificuldade alta, podem ocasionar desmotivação, minando a dinâmica colaborativa dos grupos.

Essa constatação me fez compreender que a utilização de problemas como prática educativa confere grandes contribuições à aprendizagem de Matemática. Suas implicações positivas possibilitam aos sujeitos vivenciarem experiências de grande potencial formativo. Assim, reconheço que a RP, de um modo geral, ocupa um lugar de centralidade no campo da Educação Matemática.

Essa reflexão, oriunda do trabalho de Freiman e Manuel (2015), dialoga com as ideias defendidas por Carreira e Brocardo (2015), no editorial “Resolução de Problemas”. Identifiquei, nesse editorial, que as autoras oferecem uma visão concisa sobre o estado da arte da RP e sua relevância para a Educação Matemática. Em linhas gerais, verifiquei que elas teceram considerações sobre a relevância da RP e sua capilaridade em fazer conexões com outros domínios da Educação Matemática.

Carreira e Brocardo (2015) trazem outra consideração importante, com as quais concordo, de que a RP, além de demarcar centralidade no processo de ensino e aprendizagem de Matemática, vem assumindo novos contornos, ou seja, novos significados e novas formas de abordagem. A partir dessa reflexão, consigo tecer uma afirmação própria, baseada na literatura, de que a RP precisa ampliar seu raio de abrangência para mais estudos de natureza colaborativa.

5.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS DOIS PERIÓDICOS

Para ter uma dimensão compreensiva mais ampla, fiz um processo de cruzamento dos principais tópicos e considerações identificados. Esse movimento de análise cruzada entre os dois periódicos me possibilitou constatar que artigos contidos nas Revistas ZDM (2021) e Quadrante (2015) revelam, em linhas gerais, que a RP se consolida como um tema central nas pesquisas em Educação Matemática, como também vem apresentando muitas evoluções.

Desse cruzamento, duas constatações me ficaram evidentes. A primeira é que a RP tem ampliado cada vez mais sua rede de conexões com outros domínios da Educação Matemática, o que reafirma sua capilaridade para avançar em várias direções. Assim, ficou constatado que a RP tem sido objeto de investigação em domínios diversos, tais como formação de professores, tecnologias digitais, aprendizagem e cognição, tarefas matemáticas.

A segunda constatação levantada foi a de que a RP possui espaço em sua agenda investigativa para se associar a perspectivas teóricas de colaboração. A necessidade de se buscar compreensões da RP numa dinâmica colaborativa tem se tornado ponto de atenção desde o início deste século (Schoenfeld, 2013). Nesse sentido, alguns trabalhos que assumiram diretamente essa perspectiva começaram a surgir, apresentando achados importantes. Outros estudos, embora não tenham sido desenvolvidos com essa pretensão, possibilitam construir compreensões que contribuem para a ampliação de sua base teórica.

É possível afirmar que a perspectiva colaborativa da RP, apesar de necessitar de mais investigações, consegue revelar indícios de seu grande potencial formativo e epistemológico.

Por essa razão, observo que a prática de RP quando promovida em colaboração representa um eixo promissor para a obtenção de elementos que favoreçam a prática escolar dos professores, como também conferir aporte teórico aos pesquisadores.

O cruzamento realizado entre os periódicos me permitiu ainda tecer uma reflexão que merece destaque. A análise cruzada entre os dois editoriais das revistas que discutem o estado da arte em RP e que fazem um apanhado geral das produções integrantes dessas revistas me possibilitou identificar que a temática de RP evoluiu de uma justificação da prática escolar (Quadrante, 2015) para uma investigação focada no processo (ZDM, 2021).

Outro cruzamento promovido entre artigos das duas revistas, os que discutem a formulação de problemas (Souza e Guimarães, 2015; Zhang e Cai, 2021), propiciou-me compreender que a formulação é consolidada como uma prática relevante para a aprendizagem de Matemática, já que consegue potencializar o processo educativo no sentido de favorecer o pensamento crítico e reflexivo dos sujeitos.

Nesse sentido, propor novas questões, segundo a literatura, exige competências mais elaboradas do formulador, que precisam possuir uma visão ampla da realidade e saber enunciar de modo consistente sua interrogação. Entendo que a prática de formulação de problemas, segundo minhas reflexões analíticas, pode ampliar seu grau de abrangência ao assumir a perspectiva da colaboração. Nos contextos colaborativos, nos quais a negociação de sentidos e o diálogo são princípios fundamentais, a busca pela proposição de um problema pode ser uma ação que produza implicações positivas.

A análise cruzada, entre textos da revista ZDM (2021), permitiu-me levantar mais constatações. O modelo descritivo de fases de RP (Rott, Specht e Knipping; 2021) oferece uma lente refinada para se proceder a uma análise consistente da dinâmica colaborativa. Os princípios do trabalho em grupo podem ser vistos como fatores essenciais que promovem a transição entre essas fases. Por exemplo, no estudo de Koichu e Tebo (2021), em que observaram as implicações da tarefa do tipo “quem está certo?”, conclui-se que essa tarefa pode ser aprimorada quando desenvolvida em grupos, pois permite dar maior foco à fase final de RP, no sentido de discutir coletivamente a consistência da solução encontrada para o problema.

Dessa forma, as tarefas do tipo “quem está certo?”, como afirmado anteriormente, estimulam os sujeitos a fazerem a revisão coletiva das soluções encontradas e abrem caminho para a transposição cultural de uma sala de aula pensante (Mellone, Pacelli e Liljedahl, 2021). Observei que a noção de sala de aula pensante, desenvolvida por esses autores, apresenta características semelhantes à ideia de ambiente rico em escolhas, proposta por Pruner e Liljedahl (2021). Nesse sentido, entendo que a transposição cultural em salas de aula pensante

demanda a adaptação de novas práticas educativas (como tarefas de colaboração). O estudo de Saadati e Felmer (2021), sobre o impacto da formação docente em RP, sugere que a transposição requer uma formação que os habilite para tal, em especial com o desenvolvimento de práticas de natureza colaborativa.

Essa questão está diretamente relacionada ao trabalho de Koichu e Tebo (2021). Em uma tarefa de RP na perspectiva colaborativa, a questão disparadora (a pergunta “quem está certo?”) torna-se um estímulo potencializador de reflexões. Nesse caso, em vez de o professor indicar os possíveis erros, o grupo é incentivado a reexaminar, por meio de diálogos e negociação de sentidos, a solução construída, fortalecendo a prática colexiva. Esse aspecto é sugerido também por Vale et al (2015), que valorizam a centralidade do debate em sala de aula.

Percebi, nesse movimento analítico, que as competências e Comportamentos observados e resolução colaborativa de problemas em ambiente rico em escolhas são bem explanados nas competências observadas (Cirillo e Hummer, 2021) e que estão presentes nas manifestações do raciocínio individual. Em um ambiente colaborativo e rico em escolhas (Pruner e Liljedahl, 2021), os comportamentos observados (comunicação, negociação, divisão de tarefas) se tornam o foco. A tecnologia, como a *smart pen* (Cirillo e Hummer, 2021), oferece uma nova dimensão para capturar e analisar como essas competências se desdobram na interação colaborativa.

Em suma, é possível constatar que a dinâmica colaborativa constitui uma perspectiva em ascensão, que pode ser identificada, por exemplo, nos modelos descritivos de fases de RP (Rott et al., 2021), nas propostas de reforma curricular (Vale et al., 2015), nos programas de desenvolvimento profissional de professores (Saadati e Felmer, 2021) e na configuração de ambientes de aprendizagem ricos em escolhas (Pruner e Liljedahl, 2021), pontos estes que se dialogam.

A evolução da pesquisa demonstra que a perspectiva colaborativa não representa uma prática educativa, mas um complexo elemento que pode potencializar tais práticas, tais como a RP e a Modelagem Matemática. Dessa forma, compreendo que a colaboração é um aspecto social-cultural que precisa ser estimulado pelo professor com o apoio da RP (Freiman e Manuel, 2015), podendo, para isso, fazer uso de ferramentas digitais (Nobre et al., 2015; Cirillo e Hummer, 2021) para otimizar a aprendizagem matemática.

6 AS IMPLICAÇÕES DA DINÂMICA COLABORATIVA NAS TAREFAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: AMPLIANDO POSSIBILIDADES DESTA PRÁTICA NOS PROCESSOS ESCOLARES

A concepção de resolução de problemas se constitui num eixo central do campo epistemológico da Educação Matemática na contemporaneidade, em especial quando passa a ser concebida como uma prática colaborativa. Essa perspectiva de RP ganha espaço cada vez maior em ambientes de aprendizagem que se alicerçam em pressupostos da interatividade e do protagonismo dos sujeitos.

Os princípios da colaboração, vista como uma perspectiva sociocultural, ainda constitui um elemento desafiador para ser incorporada na cultura escolar. É fundamental que haja a compreensão deste fenômeno por todos os segmentos da escola, para que essa iniciativa não seja atribuída apenas ao professor, mas que possa representar a vontade expressa de toda a comunidade escolar. Assim feito, poderão as tarefas de natureza colaborativa serem desenvolvidas com maior abertura pelos educadores.

Por meio da perspectiva colaborativa, é possível redesenhar a configuração dos ambientes de aprendizagem, conferindo uma dinâmica de maior participação dos sujeitos nos processos educativos, pautada no diálogo, no engajamento mútuo, na responsabilidade compartilhada e na negociação de sentidos. Nesse sentido, é importante dar foco à centralidade da participação de todos os sujeitos para o alcance da criatividade e para a descoberta, por exemplo, da solução do problema matemático proposto. Essa consciência que os estudantes precisam ter torna-se fundamental para que se haja uma contribuição efetiva de todos e que a resposta do problema contemple a pluralidade de opiniões existentes no grupo.

Na RP de perspectiva colaborativa, no entanto, há de se considerar a possibilidade de ocorrer riscos de autos silenciamento no grupo. Ou seja, pode haver situações em que alguns membros do grupo, caso não consigam expressar suas opiniões, sintam-se excluídos do debate promovido pela tarefa. Para que isso não aconteça, os sujeitos, e o professor, precisam destinar a atenção necessária para incluir todos os membros no movimento dialógico que se constitui na fase de RP.

Assim, o esforço empreendido pela participação de todos os membros de um grupo na RP pode ser interpretado como uma forma de se tornar o conhecimento matemático acessível, assegurando a inclusão dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Isso põe em foco que a prática colaborativa de RP consegue desenvolver, tanto a aprendizagem de conceitos

matemáticos, como uma formação que valoriza o respeito às diferenças, que aprimora o diálogo entre as pessoas e que fomenta uma escolarização centrada na coconstrução de saberes.

O debate internacional, intensificado por estudos publicados em periódicos de grande aceitação pela comunidade de educadores matemáticos, como a Revista ZDM e a Revista Quadrante, revela uma confluência de perspectivas que enfatizam o papel do raciocínio coletivo, da argumentação e da mediação cognitiva no desenvolvimento do pensamento matemático. Essa constatação desvela uma das direções que as pesquisas em RP têm tomado, indicando que a RP, enquanto fenômeno central da Educação Matemática, assume novas perspectivas que demandam estudos e compreensão.

Assim, a investigação da RP, numa perspectiva colaborativa, coloca-se como uma prioridade, em razão das transformações pelas quais vêm passando o currículo escolar, as práticas educativas, o papel do estudante na escola e a comunidade escolar como um todo. Os estudos podem favorecer a mudança de crença das pessoas em relação às implicações positivas das tarefas de natureza colaborativa e, de todo modo, às práticas de RP em geral.

No entanto, cabe ressaltar que a constituição de uma base de conhecimento consolidada e com certo grau de abrangência pode ser algo que leve décadas ou até mesmo gerações. A exemplo do que ocorreu com o estudo individual da RP, que demorou quase um século para se consolidar, a resolução colaborativa de problemas vai precisar aguardar um tempo para seu campo teórico expandir. Os achados atuais, portanto, têm um significado especial, pois servirão como precursores das investigações que deverão surgir. Dessa forma, as pesquisas em RP do ponto de vista colaborativo passam a contar com várias vertentes de verificação, sendo elas as lentes: cognitiva, social, política, afetiva, cultural, dentre outras.

De acordo com Benjamin Rott e Cristina Knipping (2021), a perspectiva de colaboração em tarefas de RP apresenta uma abordagem que confere flexibilidade a essa prática. Essa flexibilidade consiste em conceber a RP como uma tarefa em que os estudantes assumem a responsabilidade pela resolução e as transições entre as fases seguem uma lógica natural de evolução do próprio grupo. Diferentemente de modelos normativos, em que o processo de RP se caracteriza pelo cumprimento rígido e sequencial de etapas pré-determinadas, a dinâmica colaborativa pode produzir melhores implicações em tarefas que são planejadas de acordo com os pressupostos do modelo descritivo de fases.

Ainda, de acordo com esses autores, o processo colaborativo se constitui como um fenômeno epistêmico, em que os estudantes constroem significados matemáticos mediante a negociação de estratégias e a validação conjunta de conjecturas, percorrendo as fases que julgarem apropriadas para as necessidades particulares de cada grupo. O modelo descritivo de

fases torna-se um aporte teórico essencial para se investigar as implicações das tarefas de RP de natureza colaborativa.

Essa visão é corroborada por Koichu, Parashá e Tabach (2021), ao destacarem que a interação entre os pares de um dado grupo colaborativo funciona como fonte catalisadora de heurísticas, sugerindo ideias e caminhos que podem se transformar na solução completa do problema em questão. Além disso, esse movimento de interação e de debate entre os sujeitos consegue promover a emergência de soluções criativas que dificilmente ocorreriam em contextos individuais.

Na perspectiva colaborativa de RP, segundo os autores, a criatividade das soluções torna-se um aspecto que merece atenção e destaque, pois representa um movimento provido de ideias, conhecimentos e experiências vivenciadas pelos próprios sujeitos, podendo se transformar em estratégias com alto grau de refinamento. Assim, a possibilidade que se oferece aos membros de um grupo para que, com o uso de tarefas do tipo “quem está certo?”, possam retornar às soluções inicialmente elaboradas abre caminhos para a autocrítica e para o aprimoramento cada vez melhor das respostas apresentadas.

Ainda, na Revista ZDM, Saadati e Felmer (2021) analisam as implicações dos programas de desenvolvimento profissional de professores ao lidarem com RP de natureza colaborativa. Para os autores, os docentes que vivenciam uma formação que lhes ofereça experiências práticas e teóricas de RP conseguem desenvolvê-la com mais proficiência do que os professores que não participam. Essa condição apresenta grande sentido, uma vez que a RP é um campo epistemológico que possui um conjunto sistematizado de conceitos e noções que se consegue compreender em espaços formativos apropriados.

Além disso, a formação de professores em RP contribui para que os educadores desenvolvam essa prática na sua atuação profissional, elaborando tarefas e planejando aulas que promovam a proficiência em RP nos estudantes. Essa constatação confirma a especificidade da RP como um corpo de conhecimento próprio. O programa de formação docente em RP desenvolvido pelos autores do artigo abordou aspectos do trabalho colaborativo, durante o qual evidenciou-se a manifestação dos participantes em atitudes de diálogo, escuta, responsabilidade compartilhada e busca de solução refinada para os problemas propostos.

Esse estudo evidencia que a argumentação compartilhada é um meio de aprendizagem em si, capaz de promover o engajamento afetivo e cognitivo entre os participantes do grupo. Desse modo, o diálogo estabelecido entre eles pode favorecer o desenvolvimento metacognitivo dos estudantes e fortalecer a compreensão conceitual. A negociação de sentidos discutida por

eles abre caminhos para possíveis retomadas de etapas concluídas, com o objetivo de aprimorar as ideias inicialmente assumidas como corretas.

Outro destaque relevante é a contribuição de Pruner e Liljedahl (2021) que discutem a RP em ambientes colaborativos sob a ótica do Modelo Exploratório de Resolução de Problemas (MERP), sugerido por Koichu (2017). Eles afirmam que o espaço físico e simbólico da sala de aula de Matemática precisa passar por uma profunda ressignificação, de modo a poder estimular a interação e a coautoria entre os sujeitos. Os autores, em especial, apontam que o pensamento matemático se aprimora quando os estudantes são instigados a expressar, a defender e a reformular suas ideias diante dos seus colegas, oportunidade na qual é possível retomar saberes e refiná-los.

Esse processo de RP pode transformar o erro em um elemento estruturante da aprendizagem, na medida em que sua identificação provoca reflexões conjuntas. Assim, o erro cometido deixa de se tornar um fator de desqualificação para alcançar a condição de gerador de saberes, ocasionando debates que concorrem para a compreensão conceitual mais elaborada.

No mesmo periódico, Cirillo e Hummer (2021) apresentam uma perspectiva voltada à valorização de diferentes recursos na RP, em especial os dispositivos digitais *smart pen*. Para os autores, a RP historicamente é desenvolvida, até mesmo pelos matemáticos profissionais, com recursos externos ao sujeito. Um problema, para ser resolvido com consistência, demanda muito mais conhecimento do que o próprio saber dos resolvidores. O recurso individual desses sujeitos precisa somar-se a outros recursos para ampliar a gama de informações para a solução.

Nesse caso, o dispositivo *smart pen* torna-se um recurso adicional para os membros de um grupo, que estejam diante de uma tarefa de RP. O dispositivo possibilita fazer a transição entre raciocínios diferentes ao permitir o uso de diversas representações matemáticas. Esse processo de conversões pode se tornar uma potencial ideia capaz de levar o grupo à solução do problema.

Nessa direção, Oi-Lam e Zhihao (2021) também apresentam argumentos a favor dos recursos digitais como auxiliares da RP. Ao incorporar elementos da programação computacional nas tarefas de RP de estudantes do ensino fundamental, ficou constatado que houve um progresso na proficiência escolar. O programa computacional permitiu aos sujeitos realizar planejamentos de etapas de resolução de modo dinâmico e flexível, ao dar condições de visualização global sobre o problema proposto.

O programa computacional, neste caso, exerce o papel de recurso auxiliar para a RP. Por meio dele, os estudantes conseguem analisar o conjunto total do problema, facilitando seu planejamento, sua execução e a obtenção da resposta completa à tarefa em questão. Tal

organização favorece o trabalho colaborativo, no sentido de conferir aos estudantes a possibilidade de delinear as etapas necessárias para se resolver adequadamente o problema.

De modo geral, esses estudos, oriundos da Revista ZDM, convergem para a ideia de que a dinâmica colaborativa de RP se tornou um componente essencial para a construção do pensamento matemático dos sujeitos e para o desenvolvimento de competências socioculturais de natureza dialógica, relacional e de interdependência positiva. Em outras palavras, as pesquisas demonstraram que é possível assumir práticas de ensino e aprendizagem que articule cognição, afetividade e socialização.

Na Revista Quadrante é possível identificar elementos que também contribuem para a ampliação teórica deste fenômeno. Por exemplo, Brady, Eames e Lesh (2015) exploram a colaboração quando fazem um estudo de problemas do mundo real adaptado à escola. Uma das características desses problemas é que não se desenvolvem em etapas pré-estabelecidas, exigindo dos sujeitos o planejamento das fases de resolução de apropriado para a realidade de cada grupo.

Normalmente, os problemas da vida real são providos de elementos do cotidiano, o que os levam a ser abordados pelos estudantes como informações concretas, dentro das quais torna-se possível a inserção de interpretações particulares nas respostas alcançadas. Isso representa o funcionamento de um sistema de aprendizagem adaptativo, no qual os professores atuam como mediadores entre o conhecimento formal e as experiências dos sujeitos.

Na mesma linha, Vale, Pimentel e Barbosa (2015) salientam a importância da RP no currículo escolar e nas práticas educativas da sala de aula. Há muitas abordagens de RP presentes na comunidade científica, o que reafirma seu papel central na Educação Matemática. Essa centralidade, contudo, precisa ser posta em prática, dando espaço para que a RP ocupe a rotina dos estudantes.

Para as autoras, a RP tem grande potencial formativo, ao permitir o desenvolvimento do raciocínio matemático e de habilidades pessoais referentes ao pensamento reflexivo. A capacidade de estimular a estratégia complementar “procurar ver” possibilita a retomada de fases antecedentes para se promover ajustes e para construir a solução provida de maior consistência.

No contexto da formação de professores, o trabalho colaborativo contribui para a construção da identidade profissional docente, ao propiciar um espaço de reflexão conjunta sobre as práticas de ensino e aprendizagem, além de discutir o papel do professor como orientador de processos investigativos. Essa perspectiva amplia o entendimento da colaboração

não apenas como prática educativa, mas também como prática de formação e autoformação docente.

Por sua vez, Nobre, Amado e Ponte (2015) consideram que o diálogo colaborativo, possibilitado pelo recurso tecnológico da folha de cálculo, constitui-se fundamental para o desenvolvimento do raciocínio matemático de alto nível. Em suas pesquisas, esses autores observam que a argumentação em grupo, em especial quando os estudantes utilizam o recurso da folha de cálculo para resolver problemas, possibilita o confronto de ideias e a legitimação de diferentes caminhos de resolução, o que fortalece a autonomia intelectual dos estudantes.

De modo complementar, Carreira e Brocardo (2015) abordam um panorama do campo epistemológico da RP, ao apresentar algumas direções de pesquisa que se tem desbravado pela literatura. As autoras reconhecem o potencial formativo desta abordagem escolar levantando algumas implicações positivas das pesquisas constantes do periódico e enfatizam elementos que favorecem a valorização de uma perspectiva colaborativa de RP.

Ainda na Revista Quadrante, Freiman e Manuel (2015) fizeram uma correlação entre problemas ricos e o interesse e motivação dos usuários em resolvê-los. É importante reconhecer o *design* dos problemas como fator preponderante para alavancar a afetividade dos sujeitos. No entanto, as discussões promovidas nos *chats* educativos de RP, quando uma tarefa é lançada, também se mostram motivadoras. O posicionamento e as sugestões registradas nos *chats* movimentam a discussão em torno do problema, de modo que sua resolução e sua resposta alcance uma consistência qualitativa abrangente e refinada, contemplando as diferentes vozes que opinaram neste processo.

Assim, é possível observar que a literatura internacional apresenta pontos de convergência em torno da noção de que a colaboração tem se constituído uma perspectiva estruturante da Educação Matemática contemporânea, especificamente no domínio da RP, em que se torna possível articular cognição, linguagem, afetividade e competências socioculturais. A análise integrada dos estudos evidencia que a perspectiva colaborativa na RP não se limita a uma estratégia didática, mas constitui uma filosofia de aprendizagem centrada na interação e na coautoria.

Ao reunir as perspectivas dos autores da edição temática sobre RP das Revistas ZDM e Quadrante, é possível identificar três eixos interpretativos fundamentais: 1) a colaboração como processo epistemológico; 2) a colaboração como prática sociocultural; e 3) a colaboração como experiência afetiva e formativa.

No primeiro eixo, a colaboração se constitui como elemento capaz de potencializar a construção e reconstrução de significados matemáticos. Conforme Rott e Knipping (2021) e

Souza e Guimarães (2015), a dinâmica colaborativa transforma a prática de RP em um processo de investigação coletiva, que se movimenta em torno dos saberes matemáticos que cada integrante do grupo possui. Nesse sentido, o conceito escolar em estudo não consegue ser transmitido, mas (re)construído a partir do diálogo e da validação compartilhada.

Essa epistemologia dialógica se aproxima da concepção de conhecimento como fenômeno intersubjetivo, em que o saber matemático emerge da relação entre os estudantes e não de um sujeito isolado. A criação de pontes entre experiências individuais e saberes coletivos aparece como condição para uma pedagogia significativa e crítica. A utilização de problemas contextualizados, como aqueles ligados à realidade local, demonstra que o trabalho colaborativo pode operar como elo entre o conhecimento matemático e os desafios concretos vivenciados pelos estudantes, promovendo uma abordagem interdisciplinar e sensível às necessidades locais.

No segundo eixo, os estudos de Pruner e Liljedahl (2021), bem como os de Vale, Pimentel e Barbosa (2015) revelam que a perspectiva da colaboração é atravessada por dimensões culturais e contextuais. O modo como os estudantes interagem, argumentam e constroem estratégias dependem das normas sociais e dos objetivos educacionais de cada contexto. Essa constatação implica reconhecer a pluralidade das formas de colaboração e a necessidade de que as práticas educativas sejam sensíveis à diversidade cultural e institucional.

Ao promoverem a colaboração nas práticas de RP, os educadores não apenas favorecem o desenvolvimento da aprendizagem matemática, mas também contribuem para a formação de sujeitos aptos a interagir em contextos sociais complexos, interdependentes e marcados por desafios coletivos. Assim, a colaboração em RP se apresenta como um vetor de transformação do ensino de Matemática, capaz de articular indivíduos e ideias em processos de construção conjunta de conhecimento.

O ensino colaborativo por meio da RP não se restringe ao domínio da instrução matemática, mas atua na formação de sujeitos críticos, participativos e preparados para atuar em sociedades plurais. As experiências compartilhadas pelos pesquisadores demonstram que a colaboração deve ser cultivada sistematicamente, respeitando as especificidades contextuais e culturais dos grupos envolvidos. Mais do que uma estratégia didática, a colaboração se constitui como um princípio formativo e uma possibilidade concreta de transformação da prática educativa frente às exigências do mundo contemporâneo.

O terceiro eixo diz respeito à afetividade e à formação humana no processo colaborativo. Carreira e Brocardo (2015) demonstram que o envolvimento emocional favorece a persistência e o engajamento cognitivo dos alunos, enquanto Cirilo e Hummer (2021) destacam que a

colaboração promove equidade e inclusão. Dessa forma, a dinâmica colaborativa constitui um espaço de reconhecimento e pertencimento, em que cada participante encontra sentido em sua contribuição.

Ao reconhecer o valor das contribuições individuais no interior do grupo, os estudantes passam a atuar em sinergia, desenvolvendo, simultaneamente, habilidades matemáticas e competências interpessoais. Essa dinâmica gera um ambiente de aprendizagem no qual o êxito coletivo é inseparável da valorização das diferenças, fortalecendo a noção de coautoria no processo de resolução de problemas.

A colaboração, longe de ser uma técnica isolada, constitui uma abordagem pedagógica ampla, complexa e intencional. Elementos como interdependência positiva, engajamento equitativo, habilidades de comunicação e corresponsabilidade emergem como fundamentos estruturais, com implicações diretas para o desenvolvimento cognitivo, afetivo e social dos estudantes.

A convergência entre as duas revistas analisadas também evidencia uma mudança paradigmática na Educação Matemática: a passagem do ensino centrado no professor para um modelo horizontal e investigativo, centrado no diálogo e na autonomia do estudante. Liljedahl (2021) reforça que ambientes de aprendizagem colaborativos rompem com a rigidez estrutural da sala de aula tradicional, promovendo o pensamento criativo e a aprendizagem situada.

Como resultado dessa análise, é possível concluir que a dinâmica colaborativa na RP representa um caminho promissor para a construção de uma Educação Matemática mais crítica, inclusiva e significativa. A colaboração, mais do que uma estratégia, é um princípio epistemológico e ético, pois reconhece o outro como coautor do conhecimento e valoriza o diálogo como ferramenta de transformação.

Portanto, as contribuições dos autores aqui reunidos delineiam um campo teórico robusto e multidimensional, que sustenta a tese de que a aprendizagem matemática é essencialmente relacional — um processo de construção conjunta de sentido, sustentado pela comunicação, pela argumentação e pela partilha de experiências cognitivas e emocionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa, intitulada “A Dinâmica Colaborativa na Resolução de Problemas: um estudo na perspectiva da Educação Matemática”, apresentou contribuições epistemológicas para este campo do conhecimento. Partindo da pergunta inicial da investigação, “como se manifestam os aspectos colaborativos da resolução de problemas?”, o desenvolvimento da tese se desdobrou em ações que exigiam habilidades teórico-metodológicas coordenadas e apoiadas na literatura especializada.

Proceder a um estudo de meta-análise se tornou uma atividade desafiadora no sentido de que o material que eu tinha à disposição para investigar são pesquisas consagradas do campo da Educação Matemática. Senti-me na responsabilidade de conferir o tratamento científico adequado a essas produções, intuindo de zelo e cuidado, evitando riscos de desqualificá-las ou subestimar suas conclusões.

A estratégia usada para desenvolver a revisão sistemática de literatura foi composta de seis etapas diferentes: o planejamento das ações, a estratégia de localização dos estudos, a seleção destes estudos, a realização da leitura e a extração dos dados, o desenvolvimento da síntese interpretativa e a construção da validação teórica.

A triagem do material, no entanto, seguiu os seguintes descritores: (a) inclusão e exclusão, (b) definição da questão de pesquisa, seu objetivo e seus resultados, (c) seleção das palavras-chave e bases de dados, (d) leitura flutuante e fichamento temático, (e) construção das categorias temáticas, e (f) revisão cruzada das interpretações. A adoção destes descritores, a meu ver, foram suficientes para desenvolver a meta-análise, pois permitiram estabelecer as três categorias de análise que ajudaram a elaborar as interpretações necessárias para alcançar a compreensão holística do estudo.

O Fluxograma apresentado no capítulo da Metodologia ilustra esse movimento, facilitando a visão global do processo realizado. Os procedimentos adotados, para operacionalizar a meta-análise, segundo os descritores apresentados anteriormente, foram: a) inclusão e exclusão | inclusão: textos de 2015-2025 – exclusão: estudos quantitativos; b) definição da questão de pesquisa e seu objetivo geral | identificação da problemática e resultados; c) seleção das palavras-chave e bases de dados | SciELO, Google Scholar, ERIC, CAPES Periódicos; d) leitura flutuante e fichamento temático | registro dos objetivos e resultados; e e) revisão cruzada das interpretações | análise baseada em eixos de sentido.

A elaboração de todos os elementos do Fluxograma foi inspirada nas diretrizes do modelo PRISMA (Page et al, 2022), que me orientou na construção consistente e rigorosa destes

itens. A sistematização proporcionada pelo modelo PRISMA me deu condições de desenvolver a tese de modo claro, coerente e atravessado pela cientificidade da meta-análise qualitativa.

É importante destacar, nestas Considerações Finais, que o documento PRISMA foi uma escolha técnica, já que é reconhecido pela comunidade científica como o modelo mais utilizado – e apropriado – para garantir objetividade aos estudos. Por essa razão – e levando em consideração que esta investigação consiste numa tese de doutoramento – avaliei que este modelo seria o mais adequado para desenvolver a revisão sistemática de literatura em questão.

Em relação aos textos selecionados, algumas considerações devem ser registradas. Na realidade, é pertinente apresentar suas características gerais. A temática central identificada foi a noção de Resolução de Problemas. Observei, no entanto, que esse tema apresenta a capilaridade de se ramificar para outros domínios da Educação Matemática, tornando-se uma base de conhecimento em ascensão.

A literatura aponta que as pesquisas em RP não são de agora. Desde a primeira metade do século passado, com os trabalhos iniciais de George Pólya, a RP começou a se despontar como um campo de conhecimento fértil para questões científicas. No início, o estudo deste conceito se limitava a aspectos triviais de um problema, como também a orientações procedimentais de como resolvê-lo.

Ainda de acordo com a literatura, foi na década de 1980 que a pesquisa em RP alcançou seu ápice. Vários estudos foram desenvolvidos naquele período e a sua base de conhecimento se expandiu de forma considerável. Alguns estudiosos – Alan Schoenfeld, Frank Lester, Jeremy Kilpatrick – destacaram-se com suas pesquisas, ao apresentarem contribuições epistemológicas pertinentes.

As investigações promovidas por esses pesquisadores, assim como o trabalho introdutório de George Pólya, tinham a preocupação maior em descobrir as qualidades necessárias para que todo sujeito pudesse se tornar um bom resolvidor de problemas. Para se ter uma ideia das questões que ali se levantavam, Alan Schoenfeld estudou a fundo a noção de heurísticas. O livro *Problem Solving*, de sua autoria, publicado em 1985, consagrou-se como uma fonte de achados científicos sobre o significado de estratégias heurísticas. Essas ideias de Schoenfeld (1985) abriram caminho para as pesquisas atuais, mesmo que, na década de 1980, o foco tenha sido o estudo individualizado dos sujeitos, seus estudos focaram a performance individual de cada estudante diante de um problema, de forma isolada.

A meta-análise que desenvolvi nesta tese, por outro lado, permitiu-me observar, pelo menos em parte, o quanto a pesquisa em RP se ramificou. Constatei que a RP tem sido objeto de investigação em quase todos os domínios da Educação Matemática. As produções

constitutivas da meta-análise revelaram a ramificação da RP em pesquisas sobre formação de professores, tecnologias digitais, criatividade e cognição, grupos colaborativos, tipos de tarefas de Matemática, a distinção de RP de outras práticas escolares, o papel da RP na aprendizagem matemática, dentre outras temáticas.

Nesse sentido, este campo científico demonstra grande potencial, visto que, conforme observado na meta-análise, as oportunidades para gerar reflexões e levantar questões relativas à RP são amplas. Sua capilaridade e potencial de estabelecer conexões com outras áreas do conhecimento evidenciam sua relevância crescente no contexto do processo educacional.

A partir da análise do material selecionado, foi possível identificar que a RP apresenta uma diversidade de abordagens conceituais. Contudo, observei que poucas dessas vertentes, realmente, alinham-se em termos de fundamentos ou práticas. Entre as diversas correntes presentes na literatura, destaco que a ideia seminal de George Pólya permanece como a mais influente no campo, servindo de referência para muitos estudos, apesar do surgimento de outras abordagens igualmente relevantes e promissoras.

O pensamento inicial de Pólya concebia a RP como uma prática individual em que o resolvidor contava com seus próprios recursos e conhecimentos para elaborar estratégias de resolução. Essa concepção de cunho individualista se fundamentou na trajetória do próprio Pólya, matemático de formação, que desenvolveu seus quatro passos de RP a partir de suas experiências em ambientes de pesquisa. Vale ressaltar que, em sua proposta inicial, não havia uma preocupação explícita de Pólya com a dimensão educativa da RP. Mesmo com a evolução do campo e a emergência de novas perspectivas, ainda é possível constatar que grande parte das pesquisas em RP na Educação Matemática se inspira, de maneira explícita ou implícita, nas ideias originais de Pólya. Isso evidencia a força e a permanência de sua abordagem, que continua a nortear investigações e práticas relacionadas à Resolução de Problemas.

Esta pesquisa evidenciou o crescimento significativo das abordagens colaborativas de RP. Trata-se de um movimento que amplia os recursos disponíveis e os conhecimentos acessíveis, valorizando a participação de todos os membros de um determinado grupo coletivo. Nessa perspectiva, a resolução de um problema deixa de ser uma tarefa restrita ao indivíduo e passa a ser realizada no contexto de um grupo, em que cada participante está legitimado a contribuir ativamente para a solução.

A abordagem colaborativa pressupõe que o conhecimento se constrói de forma compartilhada, a partir das interações entre os sujeitos envolvidos. Os recursos cognitivos, experiências prévias e estratégias individuais são potencializados pelo trabalho em conjunto, criando um ambiente rico para a troca de ideias e a construção coletiva de soluções. Assim, o

processo de RP se torna mais dinâmico e plural, refletindo a diversidade de perspectivas presentes no grupo. Em síntese, a RP colaborativa representa uma evolução nas práticas educativas, por promover a integração de saberes e a valorização das contribuições individuais no contexto grupal. O reconhecimento da legitimidade de cada participante para atuar na resolução do problema fortalece o desenvolvimento de habilidades interpessoais e potencializa a aprendizagem matemática.

É importante salientar que a abordagem colaborativa de RP pode ser considerada uma vertente que tem trazido e pode, ainda mais, trazer contribuições e resultados de ensino e aprendizagem promissores, configurando-se, portanto, uma aliada à Educação Matemática. A preocupação em desenvolver a aprendizagem matemática do estudante e em promover habilidades interpessoais (coletividade, diálogo, escuta, coconstrução de conhecimentos) pode ser viabilizada por meio da prática colaborativa de RP.

Nesse sentido, após todo esse tempo de estudo e reflexão e, consultando a literatura especializada, entendo que a RP é uma prática de ensino e aprendizagem capaz de desenvolver muitas habilidades educativas. Além de favorecer a aprendizagem de conceitos matemáticos, a RP permite desenvolver atitudes da dimensão colaborativa.

Ao final da pesquisa, passei a compreender que a RP consiste em uma prática de ensino e aprendizagem de Matemática com potencialidades para desenvolver habilidades socioculturais de colaboração. Isso significa que a RP, de acordo com este estudo, apresenta um duplo papel na formação dos sujeitos: uma formação conceitual e uma formação sociocultural.

Até o início do meu Doutorado, minha compreensão sobre a RP era predominantemente individualista, restringindo-se à concepção da RP como uma prática voltada ao ensino e à aprendizagem de conhecimentos matemáticos específicos. Nesse período, enxergava o processo de RP como uma atividade centrada no indivíduo, em que a elaboração de estratégias e o desenvolvimento de soluções dependiam, sobretudo, dos recursos e conhecimentos pessoais de cada estudante.

Com o avanço dos estudos, essa percepção foi gradualmente ampliada. Passei a reconhecer a RP como uma prática que ultrapassa a mera transmissão ou assimilação de conceitos matemáticos. A partir das reflexões e análises realizadas ao longo da pesquisa, ficou evidente que a RP possui um potencial formativo mais amplo, capaz de promover o desenvolvimento de competências e habilidades de natureza coletiva e sociocultural.

Concluo que este trabalho representa um salto qualitativo na compreensão da coletividade presente na RP, alinhando-se ao propósito central da pesquisa. No entanto,

reconheço que o campo ainda apresenta inúmeras possibilidades de investigação. Pesquisas futuras poderão se dedicar ao aprofundamento e à compreensão de outras dimensões formativas viabilizadas no âmago dessa prática educativa, explorando novas interfaces e potencialidades da RP no contexto da formação humana.

Em relação ao papel da colaboração na RP, de modo particular, constatei que pesquisas têm apontado que a resolução colaborativa de problemas pode ser mais bem promovida em contextos que oportunizem diversas possibilidades recursais aos resolvidores, em seu processo de resolução. Além disso, os resultados encontrados, mediante análise das revistas, revelam também que a RP colaborativa pode aumentar as condições resolutivas dos estudantes que estejam vivenciando essa experiência escolar.

Ao analisar as investigações de RP publicadas nas Revistas ZDM e Quadrante, foi possível identificar três eixos básicos de interpretação: 1) a colaboração como um processo epistemológico; 2) a colaboração como uma prática sociocultural; e 3) a colaboração como uma experiência afetiva e formativa.

No primeiro eixo, a colaboração se revelou como um importante elemento para promover a construção e reconstrução de ideias matemáticas, ao passo que a dinâmica colaborativa transforma a prática de RP em um processo de investigação coletiva, que se movimenta em torno dos saberes matemáticos que cada integrante do grupo possui. O processo educativo, nessa nova configuração, deixa de ser uma transmissão unilateral de conceitos escolares e passa a ser pautado na (re)construção desses conceitos, realizada com a participação ativa dos estudantes.

O segundo eixo, por sua vez, evidencia que a perspectiva da colaboração é atravessada por dimensões culturais e contextuais. O modo como os estudantes interagem, argumentam e constroem estratégias dependem das normas sociais e dos objetivos educacionais de cada contexto. Essa constatação implica reconhecer a pluralidade das formas de colaboração e a necessidade de que as práticas educativas sejam sensíveis à diversidade cultural e institucional.

O terceiro eixo, referente à afetividade e à formação humana, revela que o envolvimento afetivo dos estudantes favorece a persistência e o seu engajamento cognitivo. A colaboração se torna um espaço de reconhecimento e pertencimento, em que cada participante encontra sentido em sua contribuição. Ao reconhecer o valor das contribuições individuais no interior do grupo, os estudantes passam a atuar em sinergia, desenvolvendo, simultaneamente, habilidades matemáticas e competências interpessoais.

De um modo geral, a análise conjunta das duas revistas evidencia uma mudança paradigmática na Educação Matemática: a passagem do ensino centrado no professor para um

modelo horizontal e investigativo, centrado no diálogo e na autonomia do estudante. Essa reflexão indica que ambientes de aprendizagem colaborativos rompem com a rigidez estrutural da sala de aula tradicional, promovendo o pensamento criativo e a aprendizagem situada.

Concluo que a dinâmica colaborativa na RP representa um caminho promissor para a construção de uma Educação Matemática mais crítica, inclusiva e significativa. A colaboração, mais do que uma estratégia, é um princípio epistemológico e ético, pois reconhece o outro como coautor do conhecimento e valoriza o diálogo como ferramenta de transformação.

Essa conclusão pode ser complementada com a constatação de que a contribuição dos artigos analisados delinea um campo teórico robusto e multidimensional, que sustenta a tese de que a aprendizagem matemática é essencialmente relacional — um processo de construção conjunta de sentido, sustentado pela comunicação, pela argumentação e pela partilha de experiências cognitivas e emocionais.

Nesse sentido, conforme já apontado anteriormente, a RP deixa de ser compreendida apenas como estratégia pedagógica voltada à aplicação de conteúdos e resolução de questões, para assumir o papel de prática social e formativa, cuja essência reside na construção compartilhada de sentidos e significados matemáticos. A valorização do trabalho coletivo, das interações sociais e das diferentes formas de pensar dos estudantes é indicativa de um processo educativo comprometido com a formação sociocultural dos sujeitos.

Ainda em relação à pesquisa, as análises realizadas evidenciaram que a RP, quando desenvolvida em contextos colaborativos, favorece o engajamento dos estudantes, promove a construção coletiva de conhecimento e amplia as possibilidades de participação ativa no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Tais aspectos revelam a estreita relação entre a prática da RP e os fundamentos da Educação Matemática Crítica ao conferir centralidade ao diálogo, à escuta, à pluralidade de ideias e à valorização dos sujeitos envolvidos.

Esta tese apresenta algumas limitações que merecem ser registradas. A frequência de publicação de edições temáticas de RP, assim como em grande parte das áreas da Educação Matemática, é reduzida. Em razão disso, o foco foi direcionado para duas revistas específicas: ZDM e Quadrante. Ressalto, ainda, que a realização de um estudo envolvendo múltiplas revistas poderia apresentar um desafio para o pesquisador, devido ao volume significativo de informações a serem analisadas.

A identificação dos métodos empregados nos estudos constitutivos da meta-análise se apresentou como um desafio adicional. Observei que alguns artigos, apesar de detalharem o desenvolvimento das pesquisas, não fornecem uma definição formal acerca da estratégia

metodológica empregada. Diante dessa circunstância, optei por cautela ao abordar esse aspecto, a fim de evitar afirmações que possam carecer de precisão.

Outra limitação observada nesta tese se refere à predominância dos pontos de vista de outros pesquisadores. Tais achados são relevantes e merecem reconhecimento. O aprofundamento das discussões alcançou um nível epistemológico significativo, proporcionando novas compreensões para o campo da Educação Matemática. Entretanto, pesquisas futuras realizadas diretamente no contexto escolar, gerando dados primários, podem resultar em evidências potencialmente mais abrangentes.

Reconheço que ainda há muitos aspectos colaborativos em RP a serem investigados. A RP, no meu entendimento, apresenta potencialidades que precisam ser exploradas e sistematizadas. Investigações realizadas em sala de aula são uma sugestão para avançar nesse tema. Assim, pesquisas futuras podem enfocar análises em contextos de sala de aula, envolvendo diretamente professores e estudantes, o que permitirá novas reflexões sobre práticas colaborativas em RP e sua relação com os processos formativos.

Sinalizo, também, que pesquisas futuras precisam ser desenvolvidas no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA), uma modalidade formativa que se constitui de competências e habilidades ancoradas na construção colaborativa do conhecimento, a exemplo do legado de Paulo Freire. Assim, há uma forte conexão entre a prática colaborativa de RP e a EJA, cujas evidências, supõem-se, irão ampliar a base de conhecimento.

Da mesma forma, por fim, registro minha percepção de que é necessário desenvolver pesquisas colaborativas sobre RP no contexto dos livros e materiais didáticos, haja vista que esses recursos são fundamentais para apoiar os educadores em sua prática profissional, contribuindo tanto para o planejamento das aulas quanto para a elaboração das atividades escolares de Matemática. Por isso, investigar essa temática é relevante para compreender ou até mesmo sugerir aspectos colaborativos de RP presentes nesses materiais.

REFERÊNCIAS

- ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, Lourdes de La Rosa. Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: por que Através da Resolução de Problemas? *In*: ONUCHIC, L. de L. R. (Org.). **Resolução de Problemas: Teoria e Prática**. Jundiaí: Paco Editorial, 2014. p. 35-52.
- ALRO, H; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em Educação Matemática**. Tradução de Orlando de A. Figueiredo. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomsom, 2002.
- ANDRADE, S. Um caminhar crítico reflexivo sobre resolução, exploração e proposição de problemas matemáticos no cotidiano da sala de aula. *In*: ONUCHIC, Lourdes de la Rosa, LEAL JÚNIOR, L. C.; PIRONEL, M. (Orgs.). **Perspectivas para resolução de problemas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Traduzido por Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BICUDO, M. A. V. Pesquisa em educação matemática. **Pro-Posições**, v. 4, n. 1, p. 18–23, mar. 1993.
- BICUDO, M. A. V. **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Cortez, 2011.
- BICUDO, M. A. V. **A pesquisa qualitativa em Educação Matemática: fundamentos e significações**. São Paulo: UNESP, 2011.
- BICUDO, M. A. V. Meta-análise: seu significado para a pesquisa qualitativa. **REVEMAT**, Ed. Temática (junho), v. 9, p. 7-20, 2014.
- BICUDO, M. A. V. **Pesquisa qualitativa e o sentido do vivido**. São Paulo: Cortez, 2015.
- BICUDO, M. A. V. A lógica da pesquisa qualitativa e os modos de procedimentos nela fundados. **Revista pesquisa qualitativa**, v. 9, n. 22, p. 540-552, 2021.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BONOTTO, C. Artifacts as sources for problem-posing activities. **Educational Studies in Mathematics**, v. 83, p. 37-55, 2013.
- BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L.; GRACIAS, T. A. S. **Pesquisa em ensino e sala de aula: diferentes vozes em uma investigação**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2018.
- BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. Pesquisa qualitativa em educação matemática: notas introdutórias. *In*: BORBA, M. C. B.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2018.

BRADY, C.; EAMES, C. L.; LESH, D. Connecting real-world and in-school problem-solving experiences. **Quadrante**, v. 24, n. 2, p. 5-38, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília: MEC/SEB, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>>. Acesso em 14 mar. 2023.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997.

CAI, J.; HWANG, S. Learning to teach through mathematical problem posing: theoretical considerations, methodology, and directions for future research. **International Journal of Educational Research**, v. 102, p. 1-8, 2020.

CAI, J.; JIANG, C.; HWANG, S. Problem posing research in mathematics: some answered and unanswered questions. *In*: SINGER, Florence Mihaela; ELLERTON, Nerida; CAI, Jinfa (Eds.), **Problem posing: From research to effective practice**. Springer: New York, 2015.

CAI, J.; JIANG, C.; HWANG, S. How do textbooks incorporate mathematical problem posing? An international comparative study. *In*: FELMER, Patrício et al. (org.). **Posing and solving mathematical problems**. Springer International Publishing: Switzerland, 2016.

CAROTENUTO, G.; MARTINO, P.; LEMMI, M. Students' suspension of sense making in problem solving. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 817-830, 2021.

CARREIRA, S.; BROCARD, J. Editorial: resolução de problemas. **Quadrante**, v. 24, n. 2, p. 1-4, 2015.

CAVALCANTI, A. C. F. **Educação matemática e cidadania: um olhar através da resolução de problemas**. 252 f. Tese. (Doutorado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

CIRILLO, M.; HUMMER, J. Competencies and behaviors observed when students solve geometry proof problems: an interview study with smartpen technology. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 861-875, 2021.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

CRÊTE, J. L'éthique de la recherche sociale. *In*: GAUTHIER, B. (org.). **Recherche sociale**. Québec: Presses de l'Université du Québec, 1987.

D'AMBROSIO, U. A educação matemática hoje: por que e como? *In*: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12, 2016, São Paulo. **Anais**. São Paulo: SBEM, 2016. p. 1-5.

DOMINGUES, N. S. **Festival de vídeos digitais e educação matemática: uma complexa rede de sistemas seres-humanos-com-mídias**. 279 f. Tese. (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2020.

ECHEVERRÍA, M. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ECO, U. **Como se faz uma tese**. São Paulo: Perspectiva, 2020.

ELGRABLY, H; LEIKIN, R. Creativity as a function of problem-solving expertise: posing new problems through investigations. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 891-94, 2021.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002.

FERREIRA, N. S. A. **Metodologias qualitativas na pesquisa educacional**. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

FERREIRA, N. S. A. **Caminhos da pesquisa em educação: fundamentos e práticas**. São Paulo: Cortez, 2020.

FINI, M. I. Sobre a pesquisa qualitativa em educação que tem a fenomenologia como suporte. In: BICUDO, M. A. V.; ESPOSITO, V. H. C. (orgs.). **Pesquisa qualitativa em educação**. 2. ed. Piracicaba: Editora Unimep, 1997.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos metodológicos**. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

FISAC, J. *et al.* Historia social de la filosofía antigua. La democracia en Atenas. La “Oración fúnebre” de Pericles. **La república de los atenienses de Pseudo Jenofonte**. 2021.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Trad. Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FONSECA, M. G.; GONTIJO, C. H. Pensamento crítico e criativo em Matemática em diretrizes curriculares nacionais. **Ensino em Re-Vista**, Uberlândia/MG, v. 27, p. 956-978, 2020.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 2. ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

FREIMAN, V.; MANUEL, D. Relating students’ perceptions of interest and difficulty to the richness of mathematical problems posted on the CAMI website. **Quadrante**, v. 24, n. 2, p. 61-84, 2015.

FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 63. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2020.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma Pedagogia da Pergunta**. 3 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FREITAS, T. S. **Um olhar para a resolução de problemas nos Encontros Nacionais de Educação Matemática (ENEMs)**: delineamento de uma tendência. 183 f. Tese. (Doutorado em Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica, Rio de Janeiro, 2019.

GALLO, S. **Filosofia**: experiência do pensamento. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2019.

GASKELL, G. Entrevistas individuais e grupais. *In*: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. Trad. Pedrinho A. Guareschi. 13. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 1998.

GONTIJO, C. H. **Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio**. 2007. 194f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2007.

GUERREIRO, H. G.; SERRAZINA, L. Normas sociais e sociomatemáticas numa aprendizagem participada da noção de 10%. **Quadrante**, v. 27, n. 1, p. 69-94, 2018.

GUO, Y.; YAN, J.; MEN, T. Chinese junior high school students' mathematical problem-posing performance. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 905-917, 2021.

HANNAFORD, C. Mathematics teaching is democratic education. **ZDM**, v. 30, n. 6, p. 181-187, 1998.

HARTMANN, L.; KRAWITZ, J.; SCHUKAJLO, S. Create your own problem! When given descriptions of real-world situations, do students pose and solve modelling problems? **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 919-935, 2021.

JIA, S.; YAO, Y. 70 Years of problem posing in chinese primary mathematics textbooks. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 951-960, 2021.

KILPATRICK, J. A retrospective account of the past 25 years of research on teaching mathematical problem solving. *In* E. A. Silver (Ed.), **Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives**. Hillsdale Lawrence Erlbaum Associates, 1985.

KOICHU, B. A discursively oriented conceptualization of mathematical problem solving. *In*: FELMER, P. *et al.* (ed.). **Problem solving in mathematics instruction and teacher professional development**. Switzerland: Springer Nature, 2019.

KOICHU, B. Mathematical problem solving in choice-affluent environments. *In*: KAISER, G. *et al.* (eds.). **Invited Lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education**, ICME-13, Monographs, p. 307-324, 2018.

KOICHU, B.; PARASHA, R.; TABACH, M. Who-Is-Right tasks as a means for supporting collective looking-back practices. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 831-846, 2021.

LESTER, F. Trends and problems in mathematical problem solving research. *In*: LESH, R. A.; LANDAU, M. (eds.). **Acquisition of mathematical concepts and processes**. Orlando, FL: Academic Press, 1983.

LESTER, F. Musings about mathematical problem-solving research: 1970-1994. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 25, n. 6, p. 660-675, 1994.

LESTER, F. Thoughts about research on mathematical problem solving instruction. **The Mathematics Enthusiast**, v. 10, n. 1, p. 245-278, 2013.

LILJEDAHN, P.; CAI, J. Empirical research on problem solving and problem posing: a look at the state of the art. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 723-735, 2021.

LINCOLN, Y. S.; GUBA, E. G. **Naturalistic inquiry**. Newbury Park, CA: Sage Publications, 1985.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: EPU, 2018.

MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da pesquisa em educação: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2021.

MEDEIROS, K. M.; SANTOS, A. J. B. Uma experiência didática com a formulação de problemas matemáticos. **ZETETIKÉ**, Unicamp, v. 15, n. 28, p. 87-118, jul./dez 2007.

MELLONE, M.; PACELLI, T.; LILJEDAHN, P. Cultural transposition of a thinking classroom: to conceive possible unthoughts in mathematical problem solving activity. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 785-798, 2021.

MIGUEL, A. *et al.* **A educação matemática: breve histórico, ações implementadas e questões sobre sua disciplinarização**. **Revista Brasileira de Educação**, n. 27, p. 70-93, 2004.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo básico comum**. Belo Horizonte: SEE, 2005. Disponível em: <<https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/cbc>>. Acesso em 14 mar. 2023.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec Editora, 2014.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2019.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NCTM. **Principles and standards for school mathematics**. Reston (Virginia): National Council of Teachers of Mathematics, 2000.

NCTM. **Professionais standards for school mathematics**. Reston (Virginia): National Council of Teachers of Mathematics, 1991.

NG, O.; CUI, Z. Examining primary students' mathematical problem-solving in a programming context: towards computationally enhanced mathematics education. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 847-860, 2021.

NOBRE, S.; AMADO, N; PONTE, J. P. A resolução de problemas com a folha de cálculo na aprendizagem de métodos formais algébricos. **Quadrante**, v. 24, n. 2, p. 85-109, 2015.

ONUCHIC, L. L. R. Ensino-Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas. In: BICUDO, M.A.V. (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções& Perspectivas**. São Paulo: Unesp, 1999. p. 199-218.

ONUCHIC, L. L. R. A resolução de problemas na educação matemática: onde estamos? e para onde iremos? **Revista Espaço Pedagógico**, Passo Fundo (RS), v. 20, n. 1, p. 88-104, jan./jun. 2013.

ONUCHIC, L. L. R.; ALLEVATO, N.S.G. Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez Editora, 2004. p.213-231.

ONUCHIC, L. L. R.; ALLEVATO, N.S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, Rio Claro, v. 25, n. 41, p.73-98, dez. 2011.

PAGE, Matthew J. et al . A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília , v. 31, n. 2, e2022107, 2022 . Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742022000201700&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 05 nov. 2025. Epub 13-Jul-2022. <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-49742022000200033>.

PINTO, A. H. A base nacional comum curricular e o ensino de matemática: flexibilização ou engessamento do currículo escolar. **Bolema**, v. 31, n. 59, p.1045-1060, 2017.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.

PONTE, J. P.; QUARESMA, M.; MATA-PEREIRA, J.; BAPTISTA, M. Exercícios, problemas e explorações: perspetivas de professoras num estudo de aula. **Quadrante**, v. 24, n. 2, p. 111-134, 2015.

POSSAMAI, J. P.; ALLEVATO, N. S. G. Elaboração/Formulação/Proposição de Problemas em Matemática: percepções a partir de pesquisas envolvendo práticas de ensino. **Educação Matemática Debate**, v. 6, n. 12, p.1-28, 2022.

PRUNER, M.; LILJEDAHN, P. Collaborative problem solving in a choice-affluent environment. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 753-770, 2021.

SAADATI, F.; FELMER, P. Assessing impact of a teacher professional development program on student problem-solving performance. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 799-816, 2021.

SCHOENFELD, A. H. **Mathematical problem solving**. New York: Academic Press, 1985.

SCHOENFELD, A. H. Reflections on problem solving theory and practice. **The Mathematics Enthusiast**, v. 10, n. 1, p. 9-34, 2013.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

SILBER, S.; CAI, J. Exploring underprepared undergraduate students' mathematical problem posing. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 877-899, 2021.

SILVEIRA, A. A.; NASCIMENTO, M. A.; ANDRADE, S. Análise Combinatória via Exploração-Proposição-Resolução de problemas e Justiça Social. *In*: PANOSSIAN, M. L.; AMARAL, R. B.; SÁ, L. C. (Org.). **Perspectivas Plurais em Educação Matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio**. Vitória, ES: Edifes, 2023. p. 131-153.

SILVER, E. A. On mathematical problem posing. **For the Learning of Mathematics**, Vancouver, v. 14, n. 1, p. 19-28, fev. 1994.

SILVER, E.; CAI, J. An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 27, n. 5, p. 521-539, 1996.

SKOVSMOSE, O. O que poderia significar a educação matemática crítica para diferentes grupos de estudantes? **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão (PR), v. 06, n. 12, p. 18-37, jul.-dez. 2017.

SKOVSMOSE, O.; VALERO, P. Quebrando a neutralidade política: o compromisso crítico entre a educação matemática e a cidadania. **Quadrante**, v. 11, n. 1, p. 7-28, 2002.

SOUSA, A. B. A. **Pesquisas em proposição de problemas: convergências e potencialidades**. 88 f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

SOUTO, D. L. P. Formação continuada on-line de professores de matemática: aspectos relativos ao design emergente de uma pesquisa. *In*: Anais do XIV Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 14., 2011, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: [s.n.], 2011. p. 1-12.

SOUZA, M. A. V. F.; GUIMARÃES, H. M. A formulação de problemas verbais de matemática: porquê e como. **Quadrante**, v. 24, n. 2, p. 135-162, 2015.

STOYANOVA, E.; ELLERTON, N. A framework for research into students problem posing in school mathematics. *In*: P. C. Clarkson (Ed.), **Technology in mathematics education**. Melbourne, Victoria: Mathematics Education Research Group of Australasia. 1996.

TAMBARUSSI, C. M. **A produção do conhecimento matemático ao se trabalhar com modelagem matemática**. 255 f. Tese. (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2021.

VALE, I.; PIMENTEL, T.; BARBOSA, A. Ensinar matemática com resolução de problemas. **Quadrante**, v. 24, n. 2, p. 39-60, 2015.

VALERO, P. Deliberative mathematics education for social democratization in Latin America. **ZDM: the international journal on mathematics education** · February 1999.

VALERO, P. Deliberative mathematics education for social democratization in Latin America. **ZDM**, v. 30, n. 6, p. 20-26, 1999.

VALERO, P. Consideraciones sobre el contexto y la educación matemática para la democracia. **Quadrante**, v. 11, n. 1, p. 49-59, 2002.

YAO, Y.; HWANG, S.; CAI, J. Preservice teachers' mathematical understanding exhibited in problem posing and problem solving. **ZDM**, v. 53, n. 4, p. 937-949, 2021.

ZHANG, H.; CAI, J. **Teaching mathematics through problem posing: insights**, 2021.