



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

RAFAEL DA SILVA FERREIRA

**O USO DA METODOLOGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM-
AVALIAÇÃO DE MATEMÁTICA ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE
PROBLEMAS COMO INCENTIVO AO DESENVOLVIMENTO DA
CRIATIVIDADE**

Ouro Preto – MG

2025

RAFAEL DA SILVA FERREIRA

**O USO DA METODOLOGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM- AVALIAÇÃO DE
MATEMÁTICA ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO INCENTIVO
AO DESENVOLVIMENTO DA CRIATIVIDADE**

Monografia apresentada ao Curso de
Licenciatura em Matemática da Universidade
Federal de Ouro Preto como requisito parcial
para obtenção do título de Licenciado em
Matemática

Orientador: Prof. Me. Rodrigo Silva Mendes

Coorientador: Prof. Dr. Edmilson Minoru
Torisu.

Ouro Preto – MG

2025

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

F383o Ferreira, Rafael da Silva.

O uso da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através da resolução de problemas como incentivo ao desenvolvimento da criatividade. [manuscrito] / Rafael da Silva Ferreira. - 2025.

58 f.

Orientador: Prof. Me. Rodrigo Silva Mendes.

Coorientador: Prof. Dr. Edmilson Minoru Torisu.

Monografia (Licenciatura). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Matemática .

1. Matemática - Estudo e ensino. 2. Ensino Fundamental. 3. Solução de Problemas. 4. Criatividade. I. Mendes, Rodrigo Silva. II. Torisu, Edmilson Minoru. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 51:371.3

Bibliotecário(a) Responsável: Renata Mara de Almeida - CRB-7: 6328



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
COLEGIADO DO CURSO DE LICENCIATURA EM
MATEMÁTICA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Rafael da Silva Ferreira

O uso da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática através da resolução de problemas como incentivo ao desenvolvimento da criatividade

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática

Aprovada em 07 de outubro de 2025

Membros da banca

Me. Rodrigo Silva Mendes - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Dr. Edmilson Minoru Torisu - Universidade Federal de Ouro Preto
Dr.^a Marli Regina dos Santos - Universidade Federal de Ouro Preto

Rodrigo Silva Mendes, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 11/02/2026



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Silva Mendes, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/02/2026, às 21:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0987856** e o código CRC **603AF8BD**.

Dedico este trabalho a todos aqueles que me ajudaram e incentivaram durante essa jornada que, enfim, se encerra.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais, Jorge Ivam Ferreira e Joana D'arc da Silva Ferreira, que são meus alicerces e referência. Que eu possa ser fonte de inspiração para as futuras gerações, assim como vocês foram para mim.

Aos meus irmãos, Ivan Lucas, Caio e Henrique, os quais sempre admirei e com quem sempre pude contar, independentemente de qualquer situação.

Aos meus amigos, Caio, Guilherme, Laurent e Paulo, cuja amizade supera qualquer distância e passagem de tempo.

Às amizades que fiz durante o curso, em especial, Ana Luisa, Jaqueline Barbosa, Maikon Junior, Rafael Romero, Rafael Santos e Thays Vastano, que foram cruciais em minha trajetória acadêmica.

Aos meus orientadores, Prof. Me. Rodrigo Silva Mendes e Prof. Dr. Edmilson Minoru Torisu, que me guiaram por todo esse processo, e cujo empenho foi essencial para a minha motivação à medida que as dificuldades surgiam, agradeço com profunda admiração.

RESUMO

Este trabalho, realizado em uma turma do 6º ano do ensino fundamental em uma escola pública, localizada em Ouro Preto – MG, teve por objetivo identificar aspectos de criatividade encontrados nas resoluções de alunos utilizando a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas. Esta pesquisa foi baseada em uma bibliografia sobre a resolução de problemas como metodologia de ensino e a relação entre resolução de problemas e criatividade. Além das referências, também foram analisados trabalhos acadêmicos que discutem aspectos metodológicos e a relação entre o ensino de matemática e a criatividade. A partir dessas contribuições, esta pesquisa identificou distintas dimensões da criatividade — fluência, flexibilidade e originalidade — expressas nas soluções elaboradas pelos estudantes, evidenciando a complexidade e a riqueza dos processos de aprendizagem matemática bem como aberturas para se explorar as vivências e os significados explicitados pelos alunos.

Palavras-chave: Educação Matemática, Ensino Fundamental, Resolução de Problemas, Formulação de Problemas, Criatividade.

ABSTRACT

This work, carried out in a 6th-grade class at a state school in Ouro Preto, Minas Gerais, aimed to identify aspects of creativity found in students' problem-solving solutions using the Mathematics Teaching-Learning-Assessment Methodology through Problem Solving. This research was based on a bibliography on problem-solving as a teaching methodology and the relationship between problem-solving and creativity. In addition to the references, academic works that discuss methodological aspects and the relationship between mathematics teaching and creativity were also analyzed. From these contributions, this research identified distinct dimensions of creativity — fluency, flexibility, and originality — expressed in the solutions developed by the students, highlighting the complexity and richness of the mathematical learning processes as well as openings to explore the experiences and meanings expressed by the students.

Keywords: Mathematical education, Elementary School, Problem solving, Problem formulation, Creativity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As Quatro Etapas propostas por Polya.....	17
Figura 2 - Fluxograma das Nove Etapas (MEAAMRP).....	18
Figura 3 - Soluções de Caio.....	30
Figura 4 - Soluções de Clara.....	31
Figura 5 - Soluções de Cristal.....	32
Figura 6 - Soluções de Ana, Luana e Laura.....	33
Quadro 1 – As Nove Etapas da resolução de Problemas.....	20

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADS	Análise e Desenvolvimento de Sistemas
BCT	Bacharelado em Ciência e Tecnologia
MEAAMP	Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas
TIE	Tarefa Intelectualmente Exigente

SUMÁRIO

1.	UM BREVE HISTÓRICO DISCENTE.....	9
2.	INTRODUÇÃO.....	12
3.	A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO METODOLOGIA DE ENSINO 13	
4.	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E CRIATIVIDADE.....	21
5.	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	24
5.1	A NATUREZA DA PESQUISA.....	25
5.2	DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES.....	26
5.2.1	A atividade imaginada.....	27
5.2.2	A atividade vivenciada com os alunos.....	30
6.	DIÁLOGO COM TRABALHOS RELACIONADOS AO TEMA DESTA PESQUISA.....	37
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
	REFERÊNCIAS.....	55

1. UM BREVE HISTÓRICO DISCENTE

Quando eu estava no ensino fundamental, não tive muitas atividades diferenciadas em sala de aula. Praticamente todas seguiam o mesmo padrão: sentar, ficar quieto, ouvir ao professor, fazer o que era mandado e, então, receber uma nota. Desde a 5ª série, atual 6º ano, não achava o ambiente escolar atrativo; na época, pela aparência estrutural, com grades nas janelas e portões, além de questões administrativas e pedagógicas da escola, pois, não tivemos professores de algumas matérias, e então esses eram substituídos por algum professor que, por não ser titular nem seguir um plano de aula, estava ali apenas para manter os alunos em sala.

Claro, nem tudo era ruim. Tive professores muito bons, que amavam o que faziam e realmente se preocupavam com o aprendizado dos alunos. Por eles, tenho muita admiração e respeito, principalmente pelos professores de matemática, a quem atribuo meu interesse pela matéria.

Não me esqueço do professor do terceiro ano do ensino fundamental, que era extremamente atencioso com os alunos. Uma atividade que ele nos deu, e que lembro até hoje, utilizava o "material dourado", um kit com peças de madeira para crianças. Entre essas peças, havia pequenos cubos, varetas formadas por 10 cubos, quadrados formados por 100 e cubos maiores formados por mil cubos menores. Essa atividade foi usada para ensinar sobre comprimento, área e volume, além das operações básicas. Lembro-me de já ter desenvolvido grande interesse nas aulas de matemática nessa época e, por ter facilidade, costumava ajudar meus colegas quando não entendiam os exercícios.

Embora não tenha sentido falta de atividades mais lúdicas, mesmo sendo escassas, essas poucas que tive me marcaram bastante e me ajudaram a entender melhor a matéria. Minha professora do quarto ano também mostrava grande satisfação quando eu fazia as atividades corretamente e sempre me incentivava. Demonstrava preocupação por mim e me recebia com um sorriso, o que me fazia empenhar mais nas atividades para deixá-la orgulhosa.

Já minha professora do quinto ano era mais ríspida e difícil de agradar. Lembro-me de faltar a uma prova de matemática e, por isso, receber nota zero. Como a falta não foi por minha culpa, pedi para reconsiderar, ao que ela respondeu: “sua nota do bimestre ainda está azul; por que fazer escândalo por isso?”. Esse tipo de crítica me fez pensar: “só preciso do suficiente para passar”.

Outro professor, que considero importante citar, me deu aula durante o oitavo ano. Eu o criticava muito por discordar de sua didática, mas hoje o compreendo melhor e percebo como fui duro em meus julgamentos. Suas aulas consistiam em escrever exercícios na lousa, resolvê-los e explicar a resolução, mas nenhum aluno entendia ou sequer prestava atenção. Durante suas aulas, a sala não seguia os padrões de comportamentos tradicionais, enquanto o professor continuava virado de costas, escrevendo na lousa e explicando para si mesmo ou para quem quisesse e conseguisse ouvir. Determinado a não passar o ano sem aprender nada, foquei o máximo possível no que ele estava fazendo, tentei imitá-lo e, por tentativa e erro, aprendi a matéria. Esse esforço extra me ajudou a aprender mais sobre os conteúdos.

Durante o 3º ano do ensino médio, minha professora de matemática nos ensinou a fórmula para obter a distância entre dois pontos no plano cartesiano, exigindo que decorássemos a fórmula. Ao longo do período, percebi que era apenas uma aplicação do teorema de Pitágoras, pois era algo que já havíamos visto, apenas escrito de outra forma. No final do ano, ensinei esse conteúdo aos colegas que estavam em recuperação, usando o teorema de Pitágoras, que eles já conheciam bem. Assim, comemoramos juntos nossa formatura, e recebi muitos agradecimentos pelo apoio nessa fase de estudos.

Nessa época, eu não conseguia decidir qual profissão seguir. Meus pais eram professores, e essa carreira sempre surgia nas reflexões, mas eu logo descartava a ideia, por não ser valorizada. Além disso, durante a infância e adolescência, devido a experiências negativas e timidez, tinha dificuldade em me relacionar com outras pessoas, o que me fazia desejar uma profissão sem tanto contato pessoal.

Ao concluir o ensino médio, ainda sem decidir minha área de atuação, pretendia cursar Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BCT), mas não consegui nota suficiente no Enem. Optei por Análise e Desenvolvimento de Sistemas (ADS) no Instituto Federal de São Paulo, Campus Caraguatatuba, por ser bem avaliado e próximo de Ubatuba, cidade onde eu morava.

Na mesma época, comecei a trabalhar na secretaria de saúde de minha cidade como agente administrativo, agendando exames e consultas. Era empenhado em meu trabalho, sempre buscando conseguir mais vagas para o município e agendar o máximo de serviços médicos. Com o tempo, aquele medo de trabalhar com pessoas foi substituído por prazer, afinal, computadores não podem sentir emoções como gratidão.

Decidi abandonar o curso de ADS e seguir uma carreira que me permitisse ajudar os outros de forma direta. Lembrei do prazer que sentia ao ensinar e tive a certeza de que queria ser professor de matemática.

Enquanto aluno no ensino básico, o que mais me atraía nas aulas de matemática era que eu via cada exercício como um jogo, um desafio a ser superado. Diferente de outras matérias, era como se a resposta para os exercícios estivesse embutida na própria pergunta. Por exemplo, quando se pede para “encontrar o valor de x ”, o valor já está lá, e o aluno só precisa usar seus conhecimentos para descobri-lo, diferentemente de questões que exigem memorização, como datas, eventos históricos ou fenômenos naturais.

Sempre tive dificuldade para memorizar conteúdos escolares. Mesmo que eu conseguisse realizar o que era pedido, decorar assuntos dos quais me esqueceria logo após as avaliações bimestrais era desmotivante. Às vezes, quando não me lembrava se uma regra ou propriedade existia, tentava deduzi-la a partir de outros conhecimentos ou resolver o exercício de outra forma. Esse processo me permitia confirmar minhas respostas ao comparar resultados obtidos por métodos diferentes, identificando erros, se houvesse.

Eu costumava conectar conhecimentos distintos para lembrar deles ou deduzir fórmulas a partir de outras. Por exemplo, durante o ensino médio e o curso pré-vestibular, tive dificuldade para memorizar fórmulas como a "Função Horária da Posição para o movimento uniformemente variado" ou a "Equação de Torricelli". Quando aprendi que essas fórmulas poderiam ser derivadas do cálculo da área sob uma curva em um gráfico de velocidade versus tempo, nunca mais precisei memorizá-las.

Enquanto aluno do curso de Licenciatura em Matemática, durante as observações de estágio, percebi que o professor, por falta de tempo, frequentemente limitava o ensino a fórmulas que os alunos deveriam decorar, sem necessariamente entendê-las ou questionar a lógica por trás delas. Isso me incomodava, pois, a lógica me ajudou a superar desafios mesmo quando eu não tinha todo o conhecimento necessário. Senti falta dessa abordagem entre os alunos durante o estágio e a residência pedagógica. Muitos desistiam ao se deparar com questões novas, sem tentar resolvê-las com os conhecimentos que já tinham.

Nas disciplinas de práticas de ensino, percebi que estava priorizando a lógica em detrimento do lado criativo da matemática. Para que o aluno utilize conhecimentos prévios em novos desafios, muitas vezes ele precisa visualizar o problema de outra forma, e isso exige imaginação.

Nesse sentido, acredito que seja proveitoso trabalhar com os alunos problemas que exijam lógica e criatividade, permitindo que eles explorem o conteúdo escolar sob seu próprio ponto de vista, adquirindo não apenas um domínio maior sobre a matéria, mas também uma verdadeira apropriação dela. Vi nessa possibilidade uma abertura para a realização de uma pesquisa, ainda na graduação, envolvendo o pensamento criativo na resolução de problemas.

2. INTRODUÇÃO

O interesse pelo pensamento criativo na resolução de problemas, que deu início ao trabalho relatado nesta monografia, surgiu a partir de minhas experiências como estudante nas aulas de matemática e do relacionamento positivo que tive com a matéria. Por minha dificuldade em memorização, não conseguia me lembrar direito das fórmulas utilizadas para se resolver um exercício. Devido a isto, tentava resolver os exercícios de diferentes formas possíveis para garantir que não estava cometendo algum erro por falha na memória. Na graduação descobri que, na verdade, ao encarar os exercícios desta forma, como desafios aos quais não sabia como resolver, porém, buscava diferentes formas de fazê-lo, sem ter consciência disso, eu estava colocando em prática conceitos relacionados à resolução de problemas e criatividade em matemática. Assim, cada problema que eu conseguia resolver, me trazia enorme satisfação e me fazia gostar ainda mais da matéria.

Entrei no curso de licenciatura com o desejo de transmitir esse sentimento pela matemática para meus futuros alunos, e essa oportunidade surgiu ao fazer parte de um programa de iniciação à docência realizado em uma escola pública de Ouro Preto-MG. Lá, pude observar a desmotivação de parte dos alunos do ensino fundamental II que, ao se depararem com um exercício que não sabiam de imediato como resolver, simplesmente desistiam sem nem tentar entendê-lo.

A partir dessas observações, a pesquisa realizada buscou observar a criatividade de uma turma do 6º ano do ensino fundamental durante a reelaboração e resolução de um problema utilizando a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas (MEAAMRP).

Para o estudo, foram selecionadas dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado que trazem contribuições significativas sobre temas relacionados à MEAAMRP, além de nos direcionarmos para um referencial bibliográfico sobre a resolução de problemas como metodologia de ensino e a relação entre criatividade e resolução de problemas. Baseado nesse material, foi planejada a dinâmica a ser realizada em sala de aula com os alunos do 6º ano, que após aplicação e coleta de dados, permitiram fazer algumas considerações sobre a metodologia aplicada e aspectos de criatividade observados.

3. A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO METODOLOGIA DE ENSINO

Resolver problemas é algo que faz parte da vida de todos nós. Contudo, resolver problemas em Matemática pode ser diferente de resolver problemas no dia a dia. Mesmo em Matemática, a ideia de resolver problemas pode assumir distintas concepções. Onuchic (2011, p. 79), baseada em Schroeder e Lester (1989), apresenta três caminhos para abordar a resolução de problemas: teorizar sobre resolução de problemas, ensinar Matemática para resolver problemas e ensinar Matemática através da resolução de problemas. Neste trabalho nos interessa a terceira abordagem, ou seja, aquela que defende a resolução de problemas como metodologia para ensinar Matemática.

Esta metodologia começou a ser amplamente debatida e estudada apenas no final da década de 1970 (ONUCHIC, 2011, p. 2). Ela reformula o andamento da aula ao colocar um problema como ponto inicial para apresentar um conteúdo novo, em vez de utilizar atividades apenas ao final da aula, após o conteúdo já ter sido ministrado, como caminho para a memorização e a fixação. De acordo com Onuchic (2011, p. 4):

Trata-se de um trabalho onde um problema é ponto de partida e orientação para a aprendizagem e a construção de novo conhecimento faz-se através de sua resolução. Professor e alunos, juntos, desenvolvem esse trabalho e a aprendizagem se realiza de modo colaborativo em sala de aula.

Para aqueles que concebem o processo de ensino e aprendizagem centrado na figura do professor, no qual o estudante é passivo, somente recebendo informações e arquivando-as, a exemplo da Educação Bancária criticada por Freire (1987, p. 33), a ideia de uma metodologia que dá autonomia ao estudante e retira o professor do centro do processo pode causar certo estranhamento. Como resultado disso, podem surgir perguntas do tipo: “como o aluno vai resolver um problema sem o professor ensiná-lo como fazê-lo antes?” Afinal, o que é um problema? O que o difere de um exercício? Qual a novidade dessa metodologia quando comparada a tantas outras, considerando que os professores sempre usaram as mais variadas propostas para que seus alunos aprendessem os conteúdos escolares?

A definição de problema, apresentada por alguns autores, além de definir o termo, o diferencia de exercício. Kantowski (1974, apud KANTOWSKI 1981, p. 113), por exemplo,

considera que “um problema é uma situação que difere de um exercício pelo fato de o aluno não dispor de um procedimento ou algoritmo que conduzirá com certeza a uma solução”. Onuchic e Allevato (2011, p. 81) tem considerações similares ao afirmar que um problema é “tudo aquilo que não se sabe fazer, mas que se está interessado em resolver”. Embora a autora não cite a palavra exercício, ao considerar que problema é algo que não se sabe fazer, remete à ideia de exercício. No exercício, o estudante já sabe, antes de executá-lo, o caminho que deve seguir. Eles são muito comuns ao longo da vida escolar e comumente denominados de exercícios de fixação. Para Pozo (1998, p. 16), um problema deve “exigir, de alguma forma, um processo de reflexão ou uma tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidos” e o distingue de um exercício da seguinte forma: “um problema se diferencia de um exercício na medida em que, neste último caso, dispomos e utilizamos mecanismos que nos levam, de forma imediata, à solução” (POZO, 1998, p. 16).

Em outro artigo, Onuchic, em parceria com Zuffi, mostra a semelhança entre situação-problema e uma Tarefa Intelectualmente Exigente (TIE) definida por González (1998, apud ZUFFI 2007, p. 84) como sendo “aquela que propicia um esforço de raciocínio e que não se realiza com o mero exercício de recordação e memória, nem com a utilização mecânica de esquemas algorítmicos, nem com a aplicação de receitas preconcebidas. Ao contrário, deve propiciar a realização de certo esforço intelectual”.

A definição de problema depende do conhecimento prévio do aluno e, para ser considerada como tal, a atividade proposta pelo professor necessariamente não pode ter um manual detalhado do que o aluno deve fazer. Ela deve apresentar certo grau de dificuldade, novidade e deve ser de interesse para o aluno. Vale ressaltar que o que é problema para um aluno, pode não ser para outro (POZO, 1998).

A metodologia de ensino por meio da resolução de problemas é contrária à ideia predominante que considera o ensino como algo dividido em partes organizadas em uma hierarquia lógica, na qual os alunos devem realizar atividades simples para adquirir as habilidades “necessárias” para então poderem trabalhar e resolver operações mais complexas. Por metáfora, é equiparável a uma escada, na qual para alcançar um degrau, precisa-se subir os degraus anteriores e a complexidade aumenta à medida em que se sobe essa escada. (SILVER, 1990, p. 16).

Contudo, essa forma de conceber o ensino, ignora o modo como as pessoas aprendem, que não é obrigatoriamente por partes. Segundo Silver (1990, p. 16, tradução nossa), “muito comumente elas se encontram em uma situação com algum conhecimento, por mais

rudimentar ou impreciso, e, mesmo antes de terem dominado técnicas específicas, elas começam a encaixar seu conhecimento em um plano maior”.

“Forçá-los [os alunos] a dominar todos os pré-requisitos em uma hierarquia antes de seguir adiante, condena muitos deles à trivialidade, instruções repetitivas e os impede de verem o objetivo final” (Silver, 1990, p.16, tradução nossa). Isso pode desmotivá-los e fazê-los perderem o interesse em aprender algo novo, porque o caminho para que isso ocorra não os estimula mentalmente, nem lhes permite entender o porquê de realizar as atividades propostas.

Apresentar os procedimentos e técnicas comumente utilizados para resolução antes mesmo de introduzir o problema a ser solucionado (e dessa forma, transformá-lo em um exercício) pode diminuir sua eficácia, pois “os alunos têm maiores ganhos de aprendizagem em aulas nas quais as tarefas de ensino incentivam o pensamento e o raciocínio de alto nível e poucos ganhos em aulas em que as tarefas são de natureza procedimental” (STEIN et al., 2009, apud JESUS 2018 p. 24).

Pode-se contornar esse empecilho usando a metodologia de ensino por meio da resolução de problemas, pois, de acordo com Ávila (2004, p. 47), “problema é um desafio que põe a prova nossos saberes, nossa capacidade de interpretar, de detectar a informação relevante, de relacionar, operar, de antecipar, de organizar e de validar os procedimentos”. Desse modo, não há trivialidade e o aluno pode se sentir entusiasmado ao cumprir um desafio com seus próprios esforços e conhecimentos que, inclusive, podem ser diferentes da instrução acadêmica. Os algoritmos ensinados pelo professor posteriormente, apenas complementariam esse conhecimento prévio, que está em sintonia com o afirmado por Zuffi (2007, p. 83): “no decorrer desse processo, a formalização, o simbolismo e as técnicas precisas são introduzidas depois da resolução trabalhada, dando-se liberdade aos alunos, evitando-se direcioná-los para ‘o que pensar’ ou ‘o que fazer’, conduzindo-os somente em casos de maiores dificuldades, ou seja, quando eles não sabem como agir”.

A definição de Ávila também nos mostra que a resolução de problemas exige muito mais habilidades do que simplesmente encontrar a resposta para um exercício. De fato, Kantowski (1981, p. 28) afirma que uma das consequências de aprender matemática mecanicamente é que com frequência os estudantes não conseguem aplicar o que foi aprendido para resolver problemas. Contudo, esta é a forma como as situações da vida real costumam se apresentar, por exemplo, com excesso ou escassez de informação, sem instrução prévia ou mesmo sem solução, etc. Com isso em mente, ensinar os alunos apenas a resolver exercícios (e não problemas) perde o sentido, pois não cumpre o objetivo de preparar o aluno

para o mercado de trabalho ou mesmo lidar com situações de seu cotidiano. O objetivo não é negar a eficácia de usar exercícios, pelo contrário, é incentivar o uso de problemas aliado a eles para potencializar o ensino. Como afirma Abrantes (1989, p. 3)

O valor educativo dos exercícios não será nulo, mas é claramente limitado à prática de utilização de uma ou várias regras previamente conhecidas. Resolver muitos exercícios não contribui para desenvolver capacidades de raciocínio ou estratégias de resolução de problemas.

Portanto, para promover um desenvolvimento mais abrangente das habilidades dos alunos, é fundamental integrar problemas que estimulem o raciocínio crítico e a elaboração de estratégias de solução.

Há variados tipos de problemas e cada um deles pode ser usado para explorar uma habilidade diferente. Alguns tipos a se destacar são: os problemas mal definidos, os problemas sem solução, os problemas com mais de uma solução, os problemas com excesso de dados e os problemas de lógica.

“Um problema mal definido ou mal estruturado seria aquele no qual o ponto de partida ou as normas que estipulam quais são os passos necessários para resolver a tarefa são muito menos claros e específicos” (POZO, 1998, p. 20). Nesse tipo de problema, podem surgir várias interpretações diferentes e consequentemente podem surgir múltiplas soluções e métodos distintos e válidos por parte dos estudantes. Isso permite ao aluno explorar e testar diferentes abordagens para resolvê-lo.

Problemas sem solução são problemas que estimulam os alunos a questionar e analisar criticamente o que lhes é proposto. Ao tentar resolvê-los sem refletirem se isso é possível, eventualmente se depararão com uma resposta desprovida de significado caso o problema seja mal contextualizado ou se os dados não forem coerentes com a questão, ou ainda, não encontrarão solução alguma. Assim, espera-se que aprendam a analisar cuidadosamente o que é solicitado, além de realizar análises críticas sobre a possibilidade de solução, antes de realizá-lo.

Diniz e Smole (2001, p. 107-108) apresentam alguns exemplos de problema sem solução:

“Um menino possui 3 carrinhos com 4 rodas em cada um. Qual a idade do menino?”

Nesse primeiro exemplo, não há relação entre os dados apresentados e o que é perguntado, o que torna a resposta impossível de ser dada, a partir dos dados.

“Como eu posso dividir igualmente 2 gatos entre 3 pessoas”?

No segundo exemplo, a pergunta é inadequada ao contexto. Porém pode ser alterada para ter uma solução possível se mudarmos “gatos” por “barras de chocolate”.

Há outros motivos que podem inviabilizar a resolução, porém, esse último exemplo chama a atenção para outra forma de trabalhar esse tipo de problema que é “consertá-lo”¹. Silver (1990, p. 21) conta o caso de um professor de colégio que utiliza uma dinâmica que ele denomina “conserte”. A dinâmica é feita em grupos de estudantes que competem para criar o melhor problema e solução a partir de um problema incompleto. Silver considera que essa abordagem permite que os alunos percebam como um problema é construído, encoraja que o alterem para uma versão que possam resolver, dando-lhes a sensação de competência e domínio da matéria, além de possivelmente melhorar a compreensão do professor sobre as dificuldades que os alunos têm em entender o contexto do problema.

Delazeri e Silva (2013, p. 3) apresentam considerações similares, além de sugerirem de igual modo que o professor peça aos estudantes que modifiquem o enunciado.

Problemas com mais de uma solução rompem com a crença de que todo problema tem uma única resolução e resposta corretas. Trabalhar com esse tipo de problema “faz com que o aluno perceba que resolvê-los é um processo de investigação do qual ele participa como ser pensante e produtor do seu próprio conhecimento” (DINIZ; SMOLE, 2001, p. 109).

Para Diniz e Smole, problemas com excesso de dados apresentam informações a mais, que podem ser desnecessárias para a resolução, ou ainda dificultá-la ao confundir os alunos. Ao tentar resolvê-los, o aluno aprende a importância da leitura ativa e de selecionar os dados que são relevantes.

A respeito de problemas de lógica, Diniz e Smole afirmam que eles

fornece uma proposta de resolução cuja base não é numérica, que exigem raciocínio dedutivo e que propiciam uma experiência rica para o desenvolvimento de operações de pensamento como previsão e checagem, levantamento de hipóteses, busca de suposições, análise e classificação. (DINIZ; SMOLE, 2001, p. 114).

¹ “Consertar” é tradução de “fix-it” de Silver(1990).

Esses problemas “estimulam mais a análise dos dados, favorecem a leitura e interpretação do texto e, por serem motivadores, atenuam a pressão para obter-se a resposta correta imediatamente” (DINIZ; SMOLE, 2001, p. 114).

Apesar de cada problema apresentar desafios distintos e diferentes formas de resolução, há algumas estratégias e técnicas que são inerentes a todos. Segundo Echeverría e Pozo:

Embora tais diferenças entre os tipos de problemas possam trazer consigo divergências quanto aos procedimentos de resolução também é verdade que existe uma série de procedimentos e habilidades que são comuns a todos os problemas e que todas as pessoas colocam em ação com maior ou menor competência. É evidente que para resolver qualquer problema temos que prestar atenção, recordar, relacionar entre si certos elementos; mas também é verdade que na maioria dos problemas estas habilidades têm que estar numa determinada ordem para que nos levem à meta (ECHEVERRÍA; POZO, 1998, p. 22).

Assim, alguns autores sugerem estratégias que podem auxiliar o processo de reflexão dos alunos. Polya (1995, p. 3) sugere 4 fases gerais para a resolução de problemas, como mostra a Figura 1:

Figura 1 – As Quatro Etapas propostas por Polya

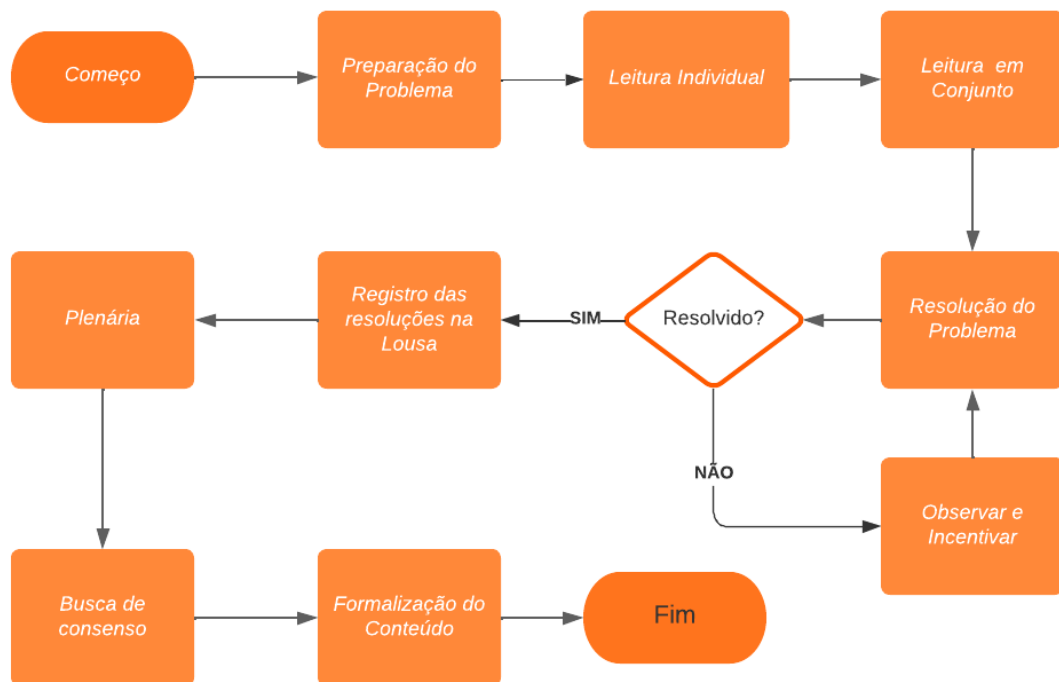


Fonte: POLYA (1995, p.3)

Em relação a essas fases, Polya apresenta sugestões ao professor a respeito dos problemas que devem ser propostos: “deve ser bem escolhido, nem muito difícil nem muito fácil, natural e interessante e um certo tempo deve ser dedicado à sua apresentação” (Polya, 1995, p.4). Outra sugestão dada é que o professor faça indagações a seus alunos, não somente para que percebam detalhes do problema que possam utilizar para traçar um plano durante a segunda fase, mas também para promover uma reflexão sobre a solução encontrada durante a quarta fase proposta.

Onuchic e Allevato (2011), por sua vez, propõem uma metodologia de resolução de problemas denominada Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas (MEAAMRP) organizada em nove (9) etapas. Segundo as autoras, professor e alunos devem desenvolver o trabalho juntos e a aprendizagem se sucede de modo colaborativo. As etapas citadas são as apresentadas na Figura 2:

Figura 2 – Fluxograma das Nove Etapas (MEAAMRP)



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Onuchic e Allevato (2011)

O Quadro 1 apresenta um resumo das ideias centrais de cada etapa, sintetizando os principais aspectos abordados e facilitando a compreensão do processo em sua totalidade.

Quadro 1 - As Nove Etapas da resolução de Problemas

Etapas	Descrição
Preparação do problema	Seleção de um problema para explorar um novo conceito, princípio ou procedimento. Esse problema será chamado problema gerador.
Leitura individual	Após a entrega do problema por escrito, propor que cada estudante proceda a uma leitura cuidadosa do enunciado
Leitura coletiva	Após a etapa anterior, proceder a uma leitura coletiva do problema
Resolução do problema	Nessa etapa, os estudantes, em grupos, deverão trabalhar de forma colaborativa e cooperativa na busca por uma solução do problema. É uma fase em que se dá bastante autonomia aos estudantes.
Observar e incentivar	Na etapa anterior, os estudantes são incentivados a trabalhar em grupos na busca pela solução, sem ajuda direta do professor. Isso retira do professor o papel de condutor do processo de aprendizagem. Entretanto, ele deve estimular os estudantes, incentivando-os a serem persistentes e auxiliando quando solicitados. A nosso ver, essa etapa ocorre simultaneamente com a anterior.
Registro na lousa	Após concluírem a solução, cada grupo elege um representante para ir à lousa apresentá-la.
Plenária	Nessa etapa, todos participam das discussões de todas as soluções apresentadas, esclarecem dúvidas, apresentam seus pontos de vista.
Busca de consenso	Após as discussões em torno das soluções apresentadas, o professor tenta, junto com a turma, chegar a um consenso sobre o resultado correto (ou corretos).
Formalização do conteúdo	O professor registra na lousa uma apresentação “formal” – organizada e estruturada em linguagem matemática – padronizando os conceitos, os princípios e os procedimentos construídos através da resolução do problema, destacando as diferentes técnicas operatórias e as demonstrações das propriedades qualificadas sobre o assunto.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Onuchic e Allevato (2011)

Nesse capítulo foram abordados conceitos essenciais para a MEAMRP, como a diferença entre problemas e exercícios, os diferentes tipos de problemas e os benefícios que trabalhar a resolução de problemas em sala de aula podem proporcionar. Também foi apresentada a metodologia da MEAMRP dividida em 9 etapas que será usada para a pesquisa desta monografia.

Agora, resta discorrer sobre a criatividade, assunto da próxima sessão que, embora seja tema de pesquisa em diferentes áreas do conhecimento, é um tema pouco estudado na educação matemática (GONTIJO et al., 2021, p. 4), mesmo que esteja fortemente associada à resolução de problemas, um tema já consolidado na área.

4. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E CRIATIVIDADE

Estudos sobre criatividade têm sido realizados em vários campos. A psicologia talvez seja a área que mais explorou esse construto, por meio de várias investigações. Hoje em dia, além da psicologia, áreas como educação, marketing, recursos humanos, artes, matemática, história, neurociência, entre outras, também têm realizado estudos em torno da criatividade (GONTIJO et al., 2021).

No caso particular da Matemática, ou melhor, Educação Matemática, a criatividade tem sido associada à resolução de problemas. De acordo com Silver (1997 apud Vale; Pimentel, 2012) a resolução e a formulação de problemas em matemática estão intimamente relacionadas com a criatividade. Contudo, diferentemente da resolução de problemas, que é um campo de pesquisa já consolidado, “a criatividade em matemática ainda é um tema pouco estudado quando comparado com outras temáticas investigadas academicamente, em especial no campo da educação matemática” (GONTIJO et al., 2021, p. 4).

Entretanto, como a resolução de problemas se relaciona com a criatividade? De acordo com Vale e Pimentel (2012), para o desenvolvimento da criatividade dos alunos, os professores devem lhes proporcionar as condições adequadas. Uma delas, no caso da matemática, são os ambientes de aprendizagem que podem se constituir quando os alunos são convidados a resolver problemas, pois nesse contexto eles comumente utilizam estratégias diversificadas para solucioná-los, envolvendo-se em ricos processos investigativos. Mas afinal, o que é criatividade matemática?

Kruteskii (1976), citado por Gontijo et al. (2021), considerou dois tipos de habilidades matemáticas: a criativa e a escolar. A habilidade criativa refere-se à atividade no campo científico da matemática que pode resultar em novos conhecimentos significativos para a humanidade. A habilidade escolar está relacionada à aprendizagem e à proficiência em matemática adquiridas na formação escolar em matemática. A nosso ver, as ideias por trás das habilidades criativa e escolar se aproximam dos conceitos de criatividade absoluta e criatividade relativa, apresentadas por Lev-Zamir e Leiken (2011 apud VALE; PIMENTEL, 2012). Para os autores, a criatividade absoluta está associada aos trabalhos históricos dos grandes matemáticos, que envolvem descobertas que afetam o mundo todo, próximo do que apresentamos sobre habilidade criativa. A criatividade relativa se refere a descobertas feitas por determinada pessoa enquanto elemento de um determinado grupo, resultado da sua imaginação e que produz algo novo para essa pessoa, bem próximo da ideia associada à

habilidade escolar definida anteriormente. De acordo com Lev-Zamir e Leiken (2011 apud VALE; PIMENTEL, 2012), quando falamos de criatividade na aula de matemática estamos nos referindo à criatividade relativa.

Kruteskii (1976, apud GONTIJO et al, 2021) também discute o que ele denomina de habilidades escolares criativas, que se manifestam quando os estudantes formulam problemas matemáticos e encontram formas diferentes de resolvê-los, provam teoremas, etc. Para o autor, há uma relação íntima entre habilidades matemáticas e criatividade.

A partir do exposto até aqui, criatividade matemática está associada às habilidades matemáticas para elaborar e resolver problemas, ou, como consideram Livne e Milgran (2006, apud Gontijo et al, 2021), criatividade possibilita a percepção de padrões a partir de atividade matemática que permite a geração de ideias diferenciadas, como novas estratégias de solução de um problema ou diferentes resultados corretos para um mesmo problema. Para Gontijo (2006, apud Gontijo 2007, p.483), criatividade é

a capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação-problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma sequência de ações.

Essa definição está em sintonia com o que havíamos discutido anteriormente sobre criatividade. De acordo com Mann (2006), não há uma forma única amplamente aceita de definir o construto criatividade. “Treffinger, Young, Shelby e Shepardson (2002) reconhecem que há diversas formas de expressar a criatividade, tendo identificado mais de cem definições contemporâneas” (MANN, 2006, p.238, tradução nossa). Entretanto, Vale e Pimentel (2012, p.351) destacam alguns pontos em comum que notaram nessas definições citadas por Mann (2006):

- Pensamento divergente – pensamento convergente e divergente são aspectos envolvidos na resolução de problemas e pensamento crítico. No pensamento convergente, a pessoa orienta suas ações para obter resposta única a uma dada situação. Geralmente envolve um processo de pensamento que segue um conjunto de regras de acordo com a lógica. O pensamento divergente, por sua vez, segue um

caminho que analisa todas as possibilidades e procurando o melhor caminho para chegar à melhor solução para um dado problema. Esse tipo de pensamento envolve mais processos criativos;

- A criatividade possui três dimensões: fluência, flexibilidade e originalidade. Fluência é a capacidade de apresentar muitas respostas para uma mesma situação. Flexibilidade é a capacidade de apresentar respostas a um problema que, por focalizarem aspectos distintos do problema, pertencem a distintas categorias. Originalidade é a capacidade de chegar a respostas incomuns. O que é considerado original vai depender de diferentes variáveis, dependendo do contexto. No contexto escolar, algumas dessas variáveis poderiam ser a idade dos estudantes, o ano (série), o tipo de escola, etc;
- As dimensões citadas anteriormente poderão surgir em tarefas que envolvam a resolução e formulação de problemas, explorações matemáticas e investigações, ou seja, problemas com mais de uma solução. Ao serem colocados diante de problemas que desejam resolver, os estudantes podem desenvolver o pensamento crítico e raciocínio.

Diante dessas considerações, pode-se perceber que a criatividade no contexto educacional, especialmente no ensino de Matemática, está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento do pensamento divergente, à capacidade de explorar diferentes perspectivas e à formulação de soluções inovadoras. As três dimensões da criatividade – fluência, flexibilidade e originalidade – desempenham um papel fundamental na resolução de problemas e na construção do conhecimento matemático, permitindo aos estudantes uma abordagem mais dinâmica e autônoma. Assim, promover atividades que incentivem a criatividade contribui não apenas para um melhor desempenho acadêmico, mas também para o desenvolvimento de habilidades essenciais para a vida, como a análise crítica, a tomada de decisão e a capacidade de adaptação a novos desafios.

5. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O principal objetivo dessa pesquisa foi caracterizar a criatividade de um grupo de estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do interior de Minas Gerais, considerando-se as dimensões fluência, flexibilidade e originalidade, quando envolvidos na resolução de um problema matemático. Essa abordagem se baseia no artigo “um novo-velho desafio: da resolução de problemas à criatividade em matemática” (VALE; PIMENTEL, 2012) que define esses componentes como sendo a capacidade de produzir ideias, a de pensar de modos diferentes e a de pensar de forma única, respectivamente.

Para atingir esse objetivo foi proposto a 19 alunos de uma turma do sexto ano de uma escola pública do interior de Minas Gerais um problema matemático para ser resolvido. Esse problema, relacionado à divisão de camelos, está contido no livro *O homem que calculava*, de Malba Tahan. A solicitação para a realização da atividade foi feita à professora de matemática da turma, que prontamente nos atendeu, autorizando-a. Ressaltamos que o contato com a professora e a escola foi facilitado pelo fato de o pesquisador ser, naquele momento, residente do Programa de Residência Pedagógica naquela escola. Assim, ele estava familiarizado com a dinâmica das aulas e com os estudantes.

O problema da divisão dos camelos foi escolhido justamente por abordar um tema que os alunos haviam visto durante os dois meses que antecederam a aplicação: frações. Por ser um problema apresentado de forma ambígua – pois a única exigência para a resolução é que a divisão seja feita de forma a agradar os 3 irmãos – poderia ser do tipo sem solução, se considerarmos que os irmãos não ficariam satisfeitos com nenhuma sugestão apresentada. Ou ainda poderia ser do tipo que tem várias possíveis soluções, considerando que os irmãos sejam mais fáceis de agradar.

Essa ambiguidade permite aos alunos que explorem mais o problema ao considerarem elementos que não estão presentes na história numa tentativa de encontrar soluções.

Em uma primeira dinâmica, esperava-se que os alunos apresentassem diferentes formas de resolver o problema, usando criatividade e lógica. Em uma segunda atividade, após apresentar a resolução do livro, esperava-se que alterassem o problema acrescentando elementos para eliminar a ambiguidade e fornecer um objetivo mais claro.

Para a realização da proposta, foi escolhido o dia 08 de Novembro de 2023 e turno da manhã. A dinâmica de aplicação, na primeira fase, seguiu algumas etapas da MEAAMRP (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011). Para uma segunda dinâmica, inspirada no trabalho de Silver

(1990), seria sugerido para as crianças que “corrigissem” o problema aberto, de forma a tirar a ambiguidade e fazê-lo assumir uma única solução. Assim como é feito na história da qual o problema foi retirado: em vez de dividir 35 camelos, são divididos 36.

Para termos acesso às respostas dos estudantes, material importante para a nossa análise em torno das dimensões da criatividade, solicitamos que todos registrassem suas ideias e soluções em folhas de papel, que foram recolhidas ao final. A análise das respostas nos permitiu destacar a ocorrência de elementos que, a nosso ver, estavam associados aos conceitos de fluência, flexibilidade e originalidade, contribuindo para a caracterização da criatividade ocorrida e suscitada na/pela atividade de resolução de problema.

Foi decidido realizar a análise desses três conceitos baseando-se em Vale; PIMENTEL (2012, p.353), que sugere formas de medi-los. A fluência pode ser medida pelo número de soluções obtidas pelo estudante. Considerando que as soluções podem ser classificadas em diferentes categorias ou não, caso sejam muito parecidas, a flexibilidade pode ser medida analisando o número de categorias diferentes nas quais as respostas do aluno se enquadram. E a originalidade pode ser avaliada como a não frequência estatística das respostas em relação às respostas da turma.

5.1 A NATUREZA DA PESQUISA

Eric L. Mann (2006), em uma revisão bibliográfica a respeito de criatividade matemática, conclui que não há um consenso quanto a sua definição. Isso porque a criatividade pode ser expressa de inúmeras maneiras.

Apesar de não haver uma definição globalmente aceita, Vale² observou 3 pontos em comum em diferentes tentativas para definir a criatividade matemática:

“(1) envolve o pensamento divergente; (2) tem principalmente três componentes/dimensões que são fluência, flexibilidade e originalidade (novidade); e (3) está relacionada com a resolução e formulação de problemas (incluindo elaboração e generalização) (VALE et al., 2012, p. 172 apud VALE; PIMENTEL, 2012, p. 351).”

² Vale, I., Pimentel, T., Cabrita, I. & Barbosa, A. (2012). Pattern problem solving tasks as a mean to foster creativity in mathematics. Proposal for the 36th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Taipei, Taiwan.

Embora seja usada uma espécie de métrica para realizar a análise, essa abordagem não é precisa, pois a classificação das soluções apresentadas pelos alunos em categorias é subjetiva. Porém, nos permite um melhor vislumbre das diferentes ideias que os alunos formularam em sala de aula e quão criativos eles foram.

Essa característica nos permitiram inserir este estudo no paradigma de pesquisa qualitativa e está em consonância com as palavras de Chizzotti (2003), quando esse autor trata de pesquisas qualitativas.

O termo qualitativo implica uma partilha densa com pessoas, fatos e locais que constituem objetos de pesquisa, para extrair desse convívio os significados visíveis e latentes que somente são perceptíveis a uma atenção sensível e, após este tirocínio, o autor interpreta e traduz em um texto, zelosamente escrito, com perspicácia e competência científicas, os significados patentes ou ocultos do seu objeto de pesquisa (CHIZZOTTI, 2003, p. 221).

Diante dessas reflexões, reafirma-se o caráter qualitativo desta pesquisa, uma vez que seu foco está na interpretação das produções dos alunos e na compreensão da criatividade matemática dentro do contexto educacional. A subjetividade inerente à análise das soluções apresentadas evidencia a necessidade de uma abordagem que vá além de dados quantificáveis, valorizando os significados, as relações e as percepções construídas pelos estudantes no processo de aprendizagem. Assim, ao adotar uma perspectiva qualitativa, este estudo busca captar as nuances do pensamento matemático criativo, possibilitando uma interpretação mais profunda das estratégias e ideias formuladas, em consonância com os princípios defendidos por Chizzotti (2003).

Parece coerente, então, classificar o presente estudo como qualitativo.

5.2 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES

O enunciado do problema proposto aos alunos é o seguinte:

Um matemático árabe, chamado Beremiz Samir, viajava com um amigo pelo deserto, ambos montados em um único camelo, quando encontraram três irmãos. Os três haviam recebido uma herança de 35 camelos do pai, que deixava a metade para o mais velho, a terça parte para o irmão do meio e a nona parte para o irmão mais moço. Eles discutiam acaloradamente como deveriam fazer a divisão, mas sem conseguirem chegar em um consenso. Como você dividiria os camelos de forma que todos os irmãos fiquem satisfeitos? Isto é, de forma que nenhum deles seja prejudicado pela divisão?

Como informado anteriormente nesse texto, esse problema faz parte do livro intitulado O homem que calculava, de Malba Tahan. Na sequência, apresentaremos duas versões da atividade: a previamente imaginada e a que efetivamente ocorreu. Para isso, dividiremos a atividade de acordo com as etapas da MEAAMRP.

5.2.1 A atividade imaginada

Seguindo as etapas, destacamos as principais ações em cada uma delas:

- 1) **Preparação do problema** – por ser uma turma que não estava habituada a explorar problemas na perspectiva adotada por nós, decidimos que a nossa escolha recairia sobre enunciados que fossem provocativos e que pudessem despertar a curiosidade dos estudantes, ainda que não fosse para introduzir um conteúdo, como é sugerido por Onuchic e Allevato (2011). A nosso ver, o fato de o problema explorar conhecimentos sobre frações, assunto conhecido dos estudantes, ele se torna um problema porque, para começar, ele não tem solução. Isso pode ser desafiador para os estudantes. Espera-se que, da mesma forma como fez Beremiz, os estudantes concluam que não é possível resolver o problema da maneira como apresentado e, então, avenem a possibilidade de alterá-lo.
- 2) **Leitura individual** – será entregue para cada aluno uma folha contendo o enunciado apresentado anteriormente.

- 3) **Leitura em conjunto** – Os alunos, agrupados em trios, devem ler o problema novamente em conjunto com o professor, que deve sanar qualquer dúvida a respeito da leitura do texto.
- 4) **Resolução do problema** – Nesse momento, podem aparecer várias respostas diferentes. O desejado é permitir que as crianças explorem a situação, considerem diferentes possibilidades e então decidam qual a melhor solução. Para isso, não serão apresentadas limitações logo de início. Elas serão apontadas apenas quando uma possível solução aparecer, com o objetivo de incentivar os alunos a procurarem outras alternativas.

Algumas das situações esperadas foram:

- a) Considerarem que não é possível dividir os 35 camelos em duas, três ou nove partes e tentarem fazer apenas divisões que resultem em um número inteiro: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ e $\frac{1}{9}$. Os irmãos receberiam a metade, a terça parte e a nona parte como solicitado, mas não dos 35 camelos. O professor pode pedir para que os estudantes comparem as frações e argumentem que as quantidades encontradas são menores do que as que cada um deles deveria receber. Logo, os irmãos não ficariam satisfeitos. Dessa forma, deveriam continuar procurando alternativas.
- b) Proporem vender os camelos e dividir a quantia (em dinheiro) pela qual venderam. O professor pode perguntar qual seria o preço de um camelo, se o montante da venda poderia ser dividido da forma solicitada, e fazer outros questionamentos explorando mais este cenário. Para incentivá-los a tentar outros métodos, o professor pode argumentar que vender talvez não seja a melhor opção pois criaria outros empecilhos para os irmãos, como definir um preço e encontrar compradores.
- c) Dividirem os camelos sem considerar o contexto. Assim, o mais velho receberia camelos, o do meio, $\frac{1}{2}$ e o mais novo, $\frac{1}{9}$. O professor pode questionar o que seria camelo? Ou $\frac{1}{2}$? Ou, ainda, metade de um camelo? É razoável matar o camelo para atender ao que foi solicitado? Assim, o professor chama a atenção dos alunos para a importância de o contexto ser considerado.
- d) Perceberem que sobraram camelos na divisão anterior e mesmo se arredondarem as quantias para cima (18, 12 e 4 camelos respectivamente), ainda sobrar um camelo. O professor pode questionar o porquê disso acontecer, pedir para verificarem a soma das frações e perguntar quais seriam as frações equivalentes a

18, 12 e 4, mantendo os denominadores 2, 3 e 9. Isto é, para 18 ser , 12 ser e 4 ser , qual deveria ser a quantia total?

- 5) **Observar e incentivar** – O professor pode estimular o pensamento dos alunos ao fazer observações quanto ao que pode ser feito, assim que as sugestões forem aparecendo e incentivar a procura de outras alternativas. Essa etapa é realizada em conjunto com a anterior. Deve-se tomar cuidado para não limitar a criatividade dos alunos e diminuir o esforço por parte deles ao direcioná-los para a conclusão que o professor deseja através das perguntas e observações. O foco da atividade é permitir que os alunos explorem, pensem por si próprios e assim aprimorem os conhecimentos que já possuem.
- 6) **Registro das resoluções na lousa** – Um representante de cada grupo será solicitado a ir à lousa apresentar a (s) solução (ões) que o grupo propõe.
- 7) **Plenária** – Será promovido um debate sobre as soluções apresentadas, com a participação de todos os presentes. O professor, como mediador, deve fazer observações (quando os alunos não fizerem) para fomentar a discussão. É importante que ele ajude os alunos a registrarem na lousa todas as ideias interessantes que tiveram durante o processo de resolução do problema e não apenas a última abordagem que pensaram antes de ir para a lousa.
- 8) **Busca de consenso** – A conclusão pretendida é a de que o problema não tem solução da forma como foi proposto e que precisa de alguma adaptação para ser solucionado, seja trocando os camelos por algo que possa ser dividido em partes não inteiras ou alterar a quantidade de camelos, ou mudar as frações.

Antes de ir para a última etapa, será proposta uma nova dinâmica que é “conserte o problema”, ou seja, os alunos devem modificá-lo para que tenha uma solução possível e adequada. Assim, os alunos retornarão para a etapa 4, onde cada trio fará sua adaptação do problema e resolução (etapa 4), com incentivo do professor (etapa 5), o apresentará na lousa (etapa 6), e através de um debate (etapa 7), decidirão qual é a melhor adaptação e solução (etapa 8).

- 9) **Formalização do conteúdo** – Para a última etapa, o problema e solução escolhidos pelos alunos serão comparados com a solução proposta pelo livro, apresentada a seguir:

“O sábio Beremiz resolveu o problema e apresentou a seguinte solução: ‘Encarrego-me de fazer com justiça essa divisão, se permitirem que eu junte aos 35 camelos da herança este belo animal que, em boa hora, aqui vos trouxe. Os camelos agora são 36 e a divisão é fácil: o mais velho recebe de 36, ou seja, 18; o irmão do meio recebe de 36, o que equivale a 12; finalmente, o caçula recebe de 36, que é igual a 4’. Os irmãos nada reclamaram. Cada um deles ganhou mais do que receberia antes. Todos saíram lucrando. Beremiz explicou sua resolução: ‘O primeiro dos irmãos recebeu 18, o segundo, 12 e o terceiro, 4. O total da herança recebida por eles é de $18 + 12 + 4$, ou seja, 34 camelos. Sobraram 2 camelos, um deles pertence a meu amigo, o que foi emprestado a vocês para permitir a partilha da herança, mas agora pode ser devolvido. O outro camelo que sobra fica para mim por ter resolvido esse complicado problema de herança satisfatoriamente’”.

A aula foi então finalizada com a revisão dos conceitos trabalhados através da resolução dos alunos e da solução do livro.

5.2.2 A atividade vivenciada com os alunos

Realizamos a dinâmica proposta em uma sala do sexto ano do fundamental em uma escola pública em Ouro Preto - MG, sob supervisão da professora de matemática da turma. Para tal, dividimos a sala em trios ou quartetos, com exceção de quatro alunos que preferiram fazer individualmente. Para preservar a identidade dos alunos, seus nomes foram substituídos por nomes fictícios.

Entreguei folhas de papel com o problema escrito para que os alunos pudessem ler individualmente – etapa 2. Em seguida, fiz a leitura com toda a sala, explicando o que era solicitado e escrevendo na lousa as frações equivalentes à metade, à terça parte e à nona parte, assim como apresentado no texto do problema gerador – etapa 3. As etapas de leitura individual e coletiva são sugeridas por Onuchic e Allevato (2011).

Durante a resolução do problema – etapa 4, acompanhamos de perto cada grupo de alunos, incentivando-os a pensar em diferentes respostas – etapa 5. Dentre os quatro alunos que pediram para realizar a atividade individualmente, dois pareceram bastante desinteressados. Os outros dois, Ricardo e Caio, procederam da seguinte forma: Ricardo respondeu o problema em pouco tempo e não quis dar mais atenção a ele. Caio ficou boa parte do tempo tentando encontrar a metade, a terça parte e a nona parte dos 35 camelos sem

perceber que, mesmo fazendo as contas corretamente, a divisão não era inteira o que, em se tratando de camelos, era uma necessidade.

Nesse momento, embora tenha evitado me intrometer na realização da atividade pois não queria direcionar a resposta, disse-lhe que o problema não tem uma única solução e que ele deveria estar atento ao contexto. Mesmo assim, ele se ateve principalmente às contas.

Ao retornar à sua mesa, depois de algum tempo, percebi que ele também havia entendido o problema de forma errada. Achou que eram três contextos diferentes: no primeiro, cada irmão deveria receber metade dos camelos, no segundo, cada um deveria receber um terço, e por último, cada um deveria receber um nono.

Sua resolução final foi uma das esperadas: fez divisões que resultassem em números inteiros. Segundo ele, o irmão mais velho deveria receber 17 camelos ($\frac{1}{2}$ de 34), o do meio, 11 ($\frac{1}{3}$ de 33) e o mais novo, 7 camelos. Parece que em suas contas ele confundiu a tabuada do 9 com a do 5, pois ao dividir 35 por 9 colocou 7 no quociente e resto 0. Assim ele dividiu todos os 35 camelos, sem sobrar nenhum.

Figura 3 – Soluções de Caio

Um matemático árabe, chamado Beremiz Samir, viajava com um amigo pelo deserto, ambos montados em um único camelo, quando encontraram três irmãos. Os três haviam recebido uma herança de 35 camelos do pai, que deixava a metade para o mais velho, a terça parte para o irmão do meio e a nona parte para o irmão mais moço. Eles discutiam acaloradamente como deveriam fazer a divisão, mas sem conseguirem chegar em um consenso. Como você dividiria os camelos de forma que todos os irmãos fiquem satisfeitos? Isto é, de forma que nenhum deles seja prejudicado pela divisão?

aqui ficou com 17 e o mais moço com 7

$\frac{1}{2}$ de 35 $\begin{array}{r} 35 \\ 2 \overline{) 17} \\ \underline{70} \\ 0 \end{array}$

$\frac{1}{3}$ de 35 $\begin{array}{r} 35 \\ 3 \overline{) 11} \\ \underline{33} \\ 2 \end{array}$

$\frac{1}{9}$ de 35 $\begin{array}{r} 35 \\ 9 \overline{) 3} \\ \underline{27} \\ 8 \end{array}$

três irmãos receberam a herança de R\$ 35,00, e eles têm que dividir entre

Fonte: registros de autoria do autor de soluções de alunos.

Clara fez algo parecido. Como não encontrou resultados exatos, ficou perdida na atividade. Ao sugerir que ela pensasse em outra solução possível, ela me apresentou várias ideias diferentes, como vender os camelos, doar, dividir em partes ou mesmo comer.

A cada nova solução, eu apresentava algo mais a ser considerado para que ela continuasse explorando diferentes alternativas. Fiz perguntas como “por quanto venderia os camelos?”, “para quem venderia?”, “você doaria sua herança ou parte dela se estivesse no lugar dos irmãos?”, etc.

Durante nossa conversa, minhas indagações pareceram frutíferas, pois ela explorou várias possibilidades diferentes em vez de ficar satisfeita com a primeira ideia que teve. Porém, ela não deve ter captado a minha intenção, pois não escreveu todas as possibilidades que pensou. No fim, escreveu somente a solução que lhe pareceu a melhor: deu 14 camelos ao irmão mais velho, o mais próximo de um terço para o irmão do meio, ou seja, 11 camelos, e os dez restantes para o mais moço, respeitando a hierarquia.

Figura 5 – Soluções de Cristal



Um matemático árabe, chamado Beremiz Samir, viajava com um amigo pelo deserto, ambos montados em um único camelo, quando encontraram três irmãos. Os três haviam recebido uma herança de 35 camelos do pai, que deixava a metade para o mais velho, a terça parte para o irmão do meio e a nona parte para o irmão mais moço. Eles discutiam acaloradamente como deveriam fazer a divisão, mas sem conseguirem chegar em um consenso. Como você dividiria os camelos de forma que todos os irmãos fiquem satisfeitos? Isto é, de forma que nenhum deles seja prejudicado pela divisão?

8. ou ficam 11 Para cada irmão + Para o Beremiz e 1 Para o amigo
1. Trinta e cinco camelos dividido por três irmãos ficam 11 Para cada e sobram 2 mais ficam doze camelos Para cada Pois tem o camelo que ele e o amigo vieram. ou então 11 Para cada e os dois que sobraram Para o amigo.
 2. ou eles vendem os dois camelos que restam Por um Preço divisível Para os três.
 3. ou eles vendem Por uma boa quantia e doam a quantia.
 4. ou eles doam os camelos.
 5. ou se um deles aceitar ficam doze Para dois dos irmãos e Onze Para o outro.
 6. ou Eles Podem vender os dois camelos pelo Preço de um e comprarem um.

Fonte: registros de autoria do autor de soluções de alunos.

A princípio, eu não entendi uma das sugestões: “vender os dois camelos pelo preço de um e comprarem um”, me pareceu algo como “doar um dos camelos” com etapas extras. Entretanto, faz muito sentido se considerarmos que os camelos não são todos iguais e apresentariam diferenças entre si como idade, porte, saúde, pelagem, temperamento, etc, pois essas características poderiam alterar o valor do animal. Assim, a sugestão de vender os animais em más condições e usar o dinheiro para comprar camelos de melhor qualidade poderia ser uma ótima estratégia para não somente facilitar a divisão, mas também para deixá-la mais justa ao garantir que todos os camelos tenham um mesmo padrão de qualidade.

Ao todo, foram observadas e criadas sete categorias diferentes para avaliarmos a flexibilidade: vender os camelos ou parte deles e dividir o dinheiro, juntar o camelo de Beremiz à divisão, doar camelos, fazer uma refeição com parte dos camelos, dividir desigualmente, trocar dois camelos por um, dividir igualmente.

Segundo os dados coletados, a aluna a apresentar a maior fluência, medida pela maior quantidade de respostas apresentadas, foi a Cristal, com oito respostas no total. Ela também foi quem mostrou maior flexibilidade ao abordar seis categorias diferentes. Além de dar uma

das soluções mais singulares ao sugerir vender dois camelos e comprar um novo com o dinheiro da venda.

Figura 6 – Soluções de Ana, Luana e Laura

The image shows handwritten mathematical work and a response to a problem. At the top, there are three calculations for $\frac{1}{2}$ of 36, $\frac{1}{3}$ of 36, and $\frac{1}{9}$ of 36. Below these are three long division problems: $36 \div 2 = 18$, $36 \div 3 = 12$, and $36 \div 9 = 4$. The sum of these results is $18 + 12 + 4 = 34$. Below the calculations is a paragraph in Portuguese describing a problem about dividing 36 camels among three brothers. The paragraph is followed by a handwritten response in a box, which states: "Nós pensamos que o matemático árabe e seu amigo poderiam doar seu camelo para os três irmãos, que juntamente daria 36, dividindo 36 por 2, 3 e 9 a soma dos resultados daria 34 sobrando os camelos que seria dados para o matemático árabe e seu amigo em forma de recompensa."

$\frac{1}{2}$ de 36 = 18

$$\begin{array}{r} 36 \overline{) 18} \\ 2 \overline{) 18} \\ 36 \\ 16 \\ 00 \end{array}$$

$\frac{1}{3}$ de 36 = 12

$$\begin{array}{r} 36 \overline{) 12} \\ 3 \overline{) 12} \\ 06 \\ 06 \\ 00 \end{array}$$

$\frac{1}{9}$ de 36 = 4

$$\begin{array}{r} 36 \overline{) 4} \\ 9 \overline{) 36} \\ 36 \\ 00 \end{array}$$

Um matemático árabe, chamado Beremiz Samir, viajava com um amigo pelo deserto, ambos montados em um único camelo, quando encontraram três irmãos. Os três haviam recebido uma herança de 36 camelos do pai, que deixava a metade para o mais velho, a terça parte para o irmão do meio e a nona parte para o irmão mais moço. Eles discutiam acaloradamente como deveriam fazer a divisão, mas sem conseguirem chegar em um consenso. Como você dividiria os camelos de forma que todos os irmãos fiquem satisfeitos? Isto é, de forma que nenhum deles seja prejudicado pela divisão?

Nós pensamos que o matemático árabe e seu amigo poderiam doar seu camelo para os três irmãos, que juntamente daria 36, dividindo 36 por 2, 3 e 9 a soma dos resultados daria 34 sobrando os camelos que seria dados para o matemático árabe e seu amigo em forma de recompensa.

Fonte: registros de autoria do autor de soluções de alunos.

Ana, Luana e Laura chegaram à solução proposta por Aramiz ao responderem “Nós pensamos que o matemático árabe e seu amigo poderiam doar o seu camelo para os 3 irmãos, que juntamente daria 36, dividindo 36 por 2, 3 e 9 a soma dos resultados daria 34, sobrando 2 camelos que seriam doados para o matemático árabe e seu amigo em forma de recompensa” que é justamente a solução apresentada no livro “O homem que calculava”. Perguntei ao grupo se já conheciam a história, e, muito felizes e orgulhosas, me responderam que não, que descobriram essa resposta por elas mesmas.

Vale destacar que quase todas as respostas apresentam um ou mais elementos que estão presentes na solução apresentada no livro: receber uma doação dos viajantes, dividir conforme solicitado e doar aos dois viajantes.

A etapa 5, composta por ações que pudessem, de alguma forma, incentivar os estudantes a resolver o problema, ocorreu ao longo de toda a etapa 4.

Pedimos para que registrassem em lousa pelo menos uma das soluções encontradas por grupo, mas devido ao tempo e a falta de espaço em lousa, decidimos que seria melhor que cada grupo apresentasse a sua solução de forma oral na frente da sala – adaptação da etapa 6. Como os estudantes falavam baixo, eu repeti as suas respostas em voz alta para que todos pudessem ouvir.

Depois de todos apresentarem, chamei-lhes a atenção para o fato de o problema não ter solução da forma que estava apresentado e que, para resolvê-lo, os alunos fizeram algum tipo de adaptação acrescentando elementos que não estavam presentes no enunciado – adaptação etapa 8. A etapa 7, uma plenária na qual as soluções seriam discutidas, não pôde ocorrer. Assim, para formalizar essa adaptação, pedi para que os alunos reescrevessem o problema, de forma a retirar a ambiguidade e apresentassem uma única solução de forma clara e objetiva – etapa 9. Infelizmente, o tempo não foi suficiente para que os estudantes pudessem redigir o texto.

Os alunos apresentaram oralmente muitas ideias interessantes de como resolver o problema proposto, porém muitos não registraram suas respostas, aparentemente por receio de estarem erradas. Boa parte dos alunos também apresentou dificuldade para expressar suas ideias para a turma por timidez. Os alunos que participaram de grupos de três ou quatro alunos apresentaram maior engajamento com a atividade e menor dificuldade para fazê-la e se expressarem. Os alunos que decidiram por fazerem sozinhos foram os que apresentaram maior dificuldade e desânimo na realização da atividade.

Para atrair a atenção e interesse dos alunos para a atividade e promover uma maior participação de todos, durante o planejamento da atividade foi proposto o uso de um projetor multimídia para exibir uma cena de teatro na qual o problema dos camelos era apresentado por atores que encenavam as personagens presentes nessa parte do livro “O Homem que Calculava”. Porém a escola não possuía um sistema sonoro que pudesse reproduzir o áudio do vídeo para que todos os alunos pudessem ouvir.

As crianças também apresentaram dificuldade e receio em trabalhar com as frações presentes no texto, muitas crianças não consideraram as frações e evitaram fazer a divisão da forma que foi solicitada: de forma desigual. Apenas alguns perceberam que 36 é múltiplo de 2, 3 e 9. Como resultado dessa percepção, para a reelaboração do problema, esses alunos sugeriram alterar as quantidades apresentadas: ao invés de 35 camelos, a herança seria de 42 camelos e ao invés do mais novo receber a nona parte, ele receberia a sétima parte. Por 42 ser

divisível por 2, 3 e 7, a divisão da herança poderia facilmente ser realizada da forma como foi proposta. Essa alteração pode ser observada na figura 6.

Diante das dificuldades expostas, tanto por parte dos alunos quanto por parte do pesquisador, é natural que apareçam algumas indagações em busca de aperfeiçoar o uso da metodologia e aumentar o aprendizado dos alunos. Alguns dos questionamentos que surgiram foram: “Quais ações do professor durante a resolução do problema podem ajudar os alunos na resolução? Quais podem atrapalhar?”; “Utilizar materiais e tecnologias em conjunto da metodologia poderiam promover um maior engajamento e aprendizado por parte dos alunos?”; “A atividade realizada seria mais proveitosa se os alunos tivessem um maior domínio sobre frações?”.

Para sanar essas dúvidas e enriquecer o debate a respeito do trabalho realizado, para a próxima sessão, foram pesquisadas e selecionadas algumas teses e dissertações da CAPES que trazem pesquisas correlatas com a presente monografia que reforçam os resultados encontrados, ou que tangenciam o tema proposto, trazendo elementos relacionados mas não abordados no presente trabalho que são fundamentais para um melhor entendimento dos obstáculos encontrados durante a aplicação da metodologia, dos benefícios alcançados, de técnicas e materiais que podem contribuir para o aprendizado dos alunos quando usados em conjunto com a metodologia proposta, sobre o desenvolvimento e aprendizado dos alunos durante essa faixa etária presente no ensino fundamental II, e que ações presentes no diálogo entre professor e alunos pode ajudar ou atrapalhar na realização da metodologia.

6. DIÁLOGO COM TRABALHOS RELACIONADOS AO TEMA DESTA PESQUISA

Na primeira busca no catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, utilizando os termos “resolução de problemas” e “metodologia de ensino”, foram identificadas 1324 pesquisas, das quais 5 foram selecionadas após um processo de filtragem. Na segunda busca, com os termos “criatividade” e “matemática”, foram encontradas 527 pesquisas, e, após a filtragem, 5 trabalhos foram selecionados.

A etapa de filtragem foi essencial para delimitar o material relevante ao desenvolvimento da pesquisa, priorizando, sempre que possível, estudos relacionados à Matemática e aqueles que estabelecem conexões entre os quatro grupos de palavras no contexto da investigação, ainda que de forma indireta.

Assim, as 10 pesquisas selecionadas são estudos que foram desenvolvidos de forma análoga ao proposto nesta monografia ou que investigam o uso de problemas para desenvolver a criatividade, de forma a corroborar os resultados encontrados. Ou ainda, são estudos que, ao tangenciar tópicos presentes neste trabalho, ampliam a compreensão do tema ao apresentarem outros assuntos relacionados, como a familiaridade, dúvidas e concepções de professores a respeito da metodologia de resolução de problemas, o uso de materiais de apoio, o desenvolvimento físico, social e cognitivo dos alunos e o impacto das ações do professor durante a aplicação da metodologia.

Em um segundo momento, buscou-se obter os materiais selecionados em sua versão completa. Do total de 10 pesquisas analisadas, duas correspondem a teses de doutorado e oito a dissertações de mestrado. Pelos registros, pode-se observar que ainda há poucas pesquisas voltadas para a utilização de problemas no ensino da matemática com foco no desenvolvimento da criatividade. Porém, é um tema que tem cada vez mais atraído a atenção dos profissionais da área e a quantidade de pesquisas tem aumentado com o passar dos anos. Há muito a ser estudado, pois são muitos os fatores que influenciam o ambiente escolar, a eficácia das aulas ministradas e o entendimento dos alunos. Alguns dos trabalhos encontrados não só utilizam a resolução de problemas, como também a relacionam a outros tópicos, como a formação continuada do professor, o uso de materiais didáticos, a faixa etária e desenvolvimento cognitivo dos alunos e as ações do professor em sala de aula, para potencializar o aprendizado dos estudantes.

Gilberto Caetano Júnior, em sua dissertação de mestrado “A Resolução De Problemas Como Metodologia Para O Ensino Da Matemática: Uma Abordagem Sobre Divisibilidade E Congruência” teve por objetivo aplicar a resolução de problemas como metodologia para o ensino da matemática com ênfase aos conteúdos de Divisibilidade e Congruência para grupos de alunos de 8º e 9º anos do Ensino Fundamental selecionados de forma aleatória. (JÚNIOR, 2021, p.71)

Para a aplicação da metodologia, o autor elaborou listas de problemas geradores selecionando perguntas, em sua maioria, presentes no banco de questões da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) (JÚNIOR, 2021, p.22, 28 e 36). Para direcionar o processo de resolução dos alunos, ele se baseou nas pesquisas de George Polya, que foi o primeiro a sugerir a resolução de problemas como metodologia de ensino de Matemática (JÚNIOR, 2021, p. 17). Polya divide o processo de resolução de um problema em quatro etapas: compreensão do problema, elaboração de um plano, execução do plano e verificação da resposta. (POLYA 2006, apud JÚNIOR, 2021, p. 17)

Segundo o pesquisador, os alunos apresentaram dificuldade para resolver as questões porque, de modo geral, ainda não tinham pleno domínio sobre conteúdos prévios e necessários para a realização da atividade, como regras básicas de multiplicação e divisão. Também tiveram dúvidas quanto à interpretação dos problemas. (JÚNIOR, 2021, p.71)

Após a devolução da primeira lista de problemas para os alunos, o pesquisador debateu as questões e introduziu os conceitos trabalhados por meio da correção da lista. Isso lhes permitiu fazer uma auto avaliação sobre seu próprio conhecimento e os preparou para uma segunda lista de questões que foi aplicada em seguida.

O autor percebeu que, após essa intervenção, os alunos tiveram maior facilidade e segurança em realizar as questões propostas e, em sua maioria, conseguiram resolvê-las de forma satisfatória. Alguns, mesmo que não tenham conseguido resolver as questões, apresentaram estratégias de solução adequadas. Em suma, considerou-se que o objetivo principal do trabalho foi alcançado, visto que os alunos demonstraram evolução significativa no processo de aprendizagem durante a aplicação da metodologia. (JÚNIOR, 2021, p.72)

Também observou que os alunos apresentaram uma grande dependência por fórmulas e algoritmos. Com base em experiência empírica, o autor relaciona essa dependência com a prática de boa parte dos professores de Matemática de introduzir um conteúdo utilizando conceitos e fórmulas que são aplicadas de maneira mecanizada por parte dos alunos. Para evitar essa dependência e promover uma aprendizagem sólida, afirma que é essencial utilizar situações novas e desafiadoras que permitam ao aluno exercitar seu espírito investigativo e

desenvolver as habilidades envolvidas na resolução dos problemas apresentados por si mesmo.

O trabalho é concluído com a constatação que os índices de aprendizagem melhorariam consideravelmente se fossem dedicadas uma maior quantidade de aulas ao ensino através da resolução de problemas. (JÚNIOR, 2021, p.72)

Edson Junior Monteiro, em sua dissertação de mestrado “O Ensino de Frações para Estudantes do Sexto Ano do Ensino Fundamental através da Resolução de Problemas” desenvolveu uma proposta para o ensino de frações através da resolução de problemas no sexto ano do Ensino Fundamental. Suas maiores referências para a criação da proposta foram Norma Suely Gomes Allevato e Lourdes de la Rosa Onuchic. Ele utiliza 10 etapas propostas por Allevato e Onuchic (2021, apud MONTEIRO 2022, p.35) para a resolução de um problema. São elas: proposição do problema, leitura individual, leitura em conjunto, resolução do problema, observar e incentivar, registros da resolução na lousa, plenária, busca do conceito, formalização do conteúdo, proposição e resolução de novos problemas. Essa última etapa permite aos alunos usarem sua criatividade na criação de um novo problema ou na reformulação do problema gerador. (MONTEIRO, 2022, p.39)

Embora o desenvolvimento da criatividade não seja o foco da dissertação, o texto carrega alguns elementos que têm ligação com ela. O autor sugere que o professor inicie o cálculo com frações sem impor regras aos estudantes que direcionem e limitem seus métodos de resolução, pois é importante que os alunos sejam incentivados a desenvolver e aplicar seus próprios métodos (MONTEIRO, 2022, p. 28). Para corroborar sua afirmação, é citada uma advertência feita por Van de Walle:

A atenção prematura dada às regras para o cálculo com frações tem várias desvantagens sérias. Nenhuma regra ajuda os alunos a raciocinar sobre as operações e o que elas significam. Armados apenas com regras, eles não têm meios de avaliar seus resultados para verificar se fazem sentido. O domínio superficial das regras em curto prazo é rapidamente perdido. Quando reunidas, as miríades de regras de cálculo com frações logo se tornam uma grande confusão sem sentido (VAN DE WALLE, 2009, p. 346 apud MONTEIRO, 2022, p. 28).

O autor conclui dizendo que é possível inferir que a construção do conhecimento sobre frações entre os alunos do 6º ano do Ensino Fundamental pode ocorrer por meio da Resolução de Problemas quando se utilizam problemas geradores, sendo consolidado pela formalização dos conteúdos feita pelo professor. Nessa metodologia, o desenvolvimento de habilidades está

ligado à formação integral dos alunos, que participam de um ambiente de diálogo, de troca de ideias, de argumentação e de estímulo à criatividade e ao pensamento crítico, tanto na resolução quanto na criação de novos problemas. (MONTEIRO, 2022, p.67)

Kleyton Luan Barbosa De Andrade Lima, em sua dissertação de mestrado intitulada “A Metodologia Da Resolução De Problemas: Compreensão De Grupo De Professores Da Rede Pública De Ensino Básico” (2023) objetivou investigar a proficiência de um grupo de professores de Matemática a respeito da metodologia da Resolução de Problemas. (LIMA, 2023, p.11)

A pesquisa foi feita mediante questionário aplicado via plataforma online, após uma revisão da literatura sobre o tema trabalhado. Além de perguntas relacionadas à compreensão da metodologia por parte dos professores, também buscou-se traçar um perfil desses 26 profissionais e informações sobre sua atuação (LIMA, 2023).

O questionário foi dividido em quatro partes: “perfil do participante”, “O problema na aula de Matemática”, “A compreensão sobre a Resolução de problemas” e “A metodologia da Resolução de Problemas” (LIMA, 2023, p. 27).

Ao traçar o perfil dos professores, notou-se que 9 trabalhavam na rede municipal de ensino, 22 na estadual e nenhum na rede federal. Quanto à modalidade, 14 atuavam no ensino fundamental, 17 no ensino médio e 2 na educação de jovens e adultos. Alguns professores trabalhavam em mais de uma rede de ensino e/ou modalidade. (LIMA, 2023, p.30-31), desses, 11,5% tinham o título de mestre em Matemática, 30,8% tinham graduação em licenciatura em Matemática, 46,2% tinham a especialização na área e 11,5% tinham graduação ou pós-graduação em outra área. Nenhum professor doutor em Matemática participou da pesquisa. (LIMA, 2023, p. 31)

Na aplicação da segunda parte do questionário (LIMA, 2023, p. 37), o autor constatou que as respostas dos participantes quanto à definição de problema e diferenciações entre esses, exercícios e questões contextualizadas estão em concordância com os trabalhos acadêmicos utilizados para a fundamentação teórica. Dentre eles, Onuchic e Allevato (2011) Van de Walle (2009), Dante (2011), Echeverría e Pozo (1998) (apud LIMA, 2023, p.15-16).

Quando questionados sobre a prática da metodologia da Resolução de Problemas, os professores evidenciaram diferentes abordagens para o uso de problemas no ensino. Alguns focavam na resolução como objetivo final, um entendimento que se aproxima de “ensinar para a resolução de problemas”, outros apresentavam o conceito de “ensinar através da resolução de problemas”, enquanto os demais, “ensinar sobre a resolução de problemas”. Algumas respostas exibiam etapas propostas por Onuchic e Allevato (2011). Também houve

quem se baseasse no roteiro de etapas de resolução proposto por George Polya (2006) (LIMA, 2023, p. 38-40).

Uma parcela dos participantes demonstrou um pouco de hesitação no uso apenas da metodologia da Resolução de Problemas para o ensino de conceitos e formalização do conteúdo. O autor aponta a dificuldade na escolha de um problema adequado para estas práticas pedagógicas como um possível motivo para esse receio (LIMA, 2023, p. 41).

Os que acreditavam ser possível ensinar o conteúdo matemático somente utilizando problemas, como defendido por Van de Walle (2009, apud LIMA, 2023, p. 48), valorizaram a autonomia proporcionada aos alunos na construção do seu conhecimento. Uma das respostas citadas destaca a criatividade na resolução de problemas: “Fazer com que eles encontrem soluções criativas ao se depararem com problemas” (LIMA, 2023, p. 42).

Durante a última etapa de perguntas, alguns participantes relataram obstáculos que prejudicam a atuação do professor em sala de aula e dificultam a implementação recorrente da metodologia no ambiente educacional. Estrutura escolar precária, salas superlotadas, professores sobrecarregados e disparidades nos conhecimentos prévios dos alunos foram alguns dos empecilhos mencionados. Em resposta, o autor se pauta em Van de Walle (2009) para afirmar que a metodologia apresenta bons resultados e devemos confiar na capacidade criativa dos alunos. (LIMA, 2023, p. 44)

Vale destacar que outras duas dificuldades encontradas na aplicação da metodologia que são citadas é a falta de material didático adaptado e a falta de formação continuada adequada. (Lima, 2023, p. 46)

Em sua dissertação de mestrado intitulada “Ações Do Professor Durante A Metodologia De Ensino-Aprendizagem-Avaliação De Matemática Através Da Resolução De Problemas E O Desenvolvimento Do Pensamento Matemático Dos Alunos” Brenda Anselmo Mendes (2024) analisou as ações de duas professoras durante a aplicação da metodologia MEAAMRP em sala de aula. O objetivo da pesquisa foi identificar se essas ações contribuíram para o desenvolvimento do pensamento matemático dos estudantes.

O trabalho cita as 4 etapas propostas por Polya (2006 apud MENDES, 2024, p. 17), mas é dada preferência ao modelo de 10 etapas proposto por Allevato e Onuchic (2021, apud MENDES, 2024, p. 21) que é utilizada na pesquisa.

A autora decidiu utilizar em sua análise a definição de Pensamento Matemático de Stacey (2006, apud MENDES, 2024, p.30-31) e de Mason, Burton e Stacey (2010, apud MENDES, 2024, p.30-31), que dividem o pensamento matemático em quatro processos: Especificar, Generalizar, Conjecturar e Convencer. Especificar seria recorrer a exemplos para

entender a questão; Generalizar seria a percepção de um padrão subjacente; Conjecturar seria o processo de inferir algo como sendo verdadeiro e investigar sua veracidade; e Convencer seria o processo de explicar por que algo pode ser verdade.

Para definir as ações que podem ser feitas pelo professor durante a resolução de problemas, Mendes se baseia nas concepções de Celis, Quiroz e Toro-Vidal (2019, apud MENDES, 2024 p. 26). Segundo os autores, as ações podem ser listadas em: Interromper, que, como o nome sugere, é a ação de interromper o trabalho que está sendo desenvolvido pelos alunos; Questionar, o professor interage com os alunos por meio de perguntas; Investigar, o professor pede uma explicação acerca da solução apresentada e/ou as estratégias utilizadas; Julgar, o professor informa ao grupo se a resposta encontrada está certa ou não.

Sobre a primeira ação, Interromper, Celis, Quiroz e Toro-Vidal (2019, apud MENDES, 2024 p. 26) afirmam que quanto menos os professores interrompam os alunos durante a realização da atividade, mais eles avançarão no conteúdo matemático do problema.

Para complementar a lista de possíveis ações, também foram utilizadas as ideias de Hähkiöniemi e Francisco (2019, apud MENDES, 2024, p.26) que falam de: Focalizar o Pensamento dos Alunos, ação na qual os professores tentam direcionar a atenção deles para alguma questão relevante, como um erro cometido por eles ou se atentarem a um padrão emergente; Enfatizar a justificativa, na qual é solicitado repetidamente que os alunos justifiquem suas ideias, ou também pode ser a ação de ajudá-los a formularem as justificativas.

Mendes também faz uso de outras 5 práticas apresentadas por Stein, Engle, Smith e Hughes (2008, apud MENDES, 2024, p.27) que são: Antecipar, o professor tenta antecipar a forma como os alunos resolverão o problema; Monitorar, o professor circula pela sala observando o que está sendo feito pelos alunos e assim, pode avaliar o pensamento matemático deles; Selecionar, o professor seleciona alunos ou pede por voluntários para que apresentem suas estratégias de resolução; Sequenciar, o professor determina a ordem de apresentação dos alunos selecionados de forma a favorecer o debate matemático; Estabelecer conexões, o professor ajuda os alunos a estabelecerem ligações entre suas próprias resoluções e a de seus colegas.

As duas professoras que participaram da pesquisa já estavam familiarizadas com a metodologia MEAAMRP, e já costumavam utilizá-las frequentemente com adaptações, como relataram em entrevista feita como parte da pesquisa (MENDES, 2024, p.44-45). As professoras Natália e Laura (nomes fictícios) aplicaram a metodologia em uma turma de 7º ano composta por 28 alunos em colégio particular e em uma turma de 8º ano composta por

30 alunos em uma escola pública cívico-militar individualmente e respectivamente. (MENDES, 2024, p.39)

Na aula ministrada por Natália, foram observadas as ações: Interromper, Questionar, Investigar, Julgar, Focalizar o pensamento dos alunos, enfatizar a justificativa, Sequenciar e Estabelecer conexões. Quanto ao pensamento matemático desenvolvido, seus alunos foram capazes de Generalizar, Conjecturar e Convencer, com maior recorrência para os processos Generalizar e Convencer.

Na aula ministrada por Laura, observou-se o uso das práticas: Questionar, Investigar, Julgar, Sequenciar e Estabelecer conexões. Seus alunos puderam Generalizar, Especificar e Convencer, com uma maior predominância dos primeiros dois processos. (MENDES, 2024, p.87)

Foi possível evidenciar que o tipo de problema gerador escolhido para a metodologia pode influenciar os conteúdos matemáticos e processos de Pensamento Matemático que se destacarão durante a sua resolução. Independente dessa escolha, a ação de Questionar foi a mais praticada pelas professoras e favoreceu o desenvolvimento do Pensamento Matemático dos alunos. Em contraste, a ação de Interromper, mesmo pouco praticada, atrapalhou os estudantes. Por esse motivo, Mendes aconselha os professores a esperarem por momentos oportunos quando forem interagir com os alunos para que assim possam evitar de interrompê-los. (MENDES, 2024, p.88)

Através da pesquisa, Mendes desenvolveu um livro interativo constituído por orientações acerca da metodologia de ensino adotada, as ações que podem ser adotadas pelo professor, além de conceitos sobre o pensamento matemático e como desenvolvê-lo. (MENDES, 2024, p.88)

Luciane Cristina Joenk Hoffmann, em sua dissertação de mestrado “Interfaces Entre Sala Ambiente E Metodologia De Ensino Através Da Resolução De Problemas: Aprendizagem Com Compreensão Da Matemática” tenta articular o espaço educativo da sala ambiente com a MEAAMRP defendida por Allevato e Onuchic (2021, apud HOFFMANN, 2022, p.24). Para a pesquisa, foram desenvolvidos 4 problemas geradores em uma turma de alunos do 7º ano do Ensino Fundamental sobre a unidade temática Grandezas e Medidas. Assim como Monteiro (2022), a autora usou as 10 etapas apresentadas por Allevato e Onuchic (2021, apud HOFFMANN, 2022, p.47).

Segundo a autora, o principal objetivo da MEAAMRP é o desenvolvimento de competências como o pensamento crítico, a habilidade de coletar e analisar informações, a criatividade, a cooperação, o trabalho colaborativo, a liderança e a comunicação. Por esse

motivo, defende que a resolução de problemas deva ser a principal estratégia de ensino utilizada em sala de aula e cita Van de Walle (2009, apud HOFFMANN, 2022, p.41) para corroborar suas afirmações.

A autora relata que encontrou poucos trabalhos acadêmicos que discutiam a utilização da sala ambiente para níveis de ensino distintos da Educação Infantil. É um tema pouco abordado no Brasil, geralmente os trabalhos existentes foram desenvolvidos em laboratórios e salientam apenas as questões relacionadas ao espaço físico. (HOFFMANN, 2022, p. 105)

A pesquisadora afirma que os materiais existentes na sala ambiente, tanto os pensados e estruturados para as atividades propostas quanto os disponíveis cujo uso não foi previsto pelos professores, mostraram-se essenciais para o desenvolvimento das aulas, pois contribuíram para que os alunos sanassem suas dúvidas, compreendessem melhor os conceitos estudados e criassem suas próprias estratégias para a resolução dos problemas trabalhados através da MEAAMRP. (HOFFMANN, 2022, p. 107)

Também foi percebido o desenvolvimento da criatividade quando os estudantes tentavam resolver os problemas através de diferentes abordagens e uso de variados materiais. Suas estratégias eram organizadas e apresentadas em mural/painéis na sala que serviam como fonte de pesquisa para outros estudantes, o que valorizava cada iniciativa no processo de aprender. (HOFFMANN, 2022, p. 108)

Por fim, ela conclui que: quando a sala ambiente é tratada apenas como um espaço físico, sem maiores considerações com a forma como se relaciona com a metodologia de ensino adotada, o aprender não é efetivo e ela não se constitui como ferramenta proporcionadora da aprendizagem. É fundamental que o professor saiba vincular a utilização de um material didático com uma metodologia que estimule o aluno a refletir sobre suas estratégias, incentive sua criatividade e autonomia, e o permita expressar o seu protagonismo em sua aprendizagem. (HOFFMANN, 2022, p. 109)

Cristina De Jesus Teixeira (2019) em sua dissertação de mestrado intitulada “Proposição De Problemas Como Estratégia De Aprendizagem Da Matemática: Uma Ênfase Sobre Efetividade, Colaboração E Criatividade”, objetivou identificar componentes de criatividade nos problemas elaborados pelos estudantes através da metodologia de formulação de problemas. Os componentes são os mesmos que nos propomos nesse trabalho: fluência, flexibilidade e originalidade, com o acréscimo da elaboração.

Embora a estratégia utilizada seja diferente (nos focamos na resolução de problemas, enquanto a autora utilizou a sua formulação como metodologia principal) a autora defende o uso de problemas para estimular a criatividade matemática em sala de aula. Segundo a autora:

Em relação à criatividade em matemática, vários autores defendem que o trabalho pedagógico alicerçado em problemas pode ser utilizado para promover e incentivar a criatividade em matemática, entre eles Haylock (1997), English (2003), Sriraman (2004), Dacey e Conklin (2013) e Gontijo (2006). De modo geral, as estratégias que podem favorecer o pensamento criativo em matemática são a resolução, a reformulação e formulação de problemas.(TEIXEIRA, 2019, p.137)

Diante disso, concluiu que a atividade proposta foi bem-sucedida em desenvolver a criatividade dos estudantes ao observar nos problemas elaborados pelos alunos elementos que evidenciam os componentes de criatividade citados. Sugeriu que um ambiente com maior liberdade interpretativa favorece a fluência e a flexibilidade, enquanto atividades mais detalhadas e limitantes podem levar a um maior foco na elaboração. Ademais, a flexibilidade depende do domínio sobre conceitos por parte do aluno.

Mateus Gianni Fonseca (2019), analisa os benefícios que um curso extracurricular com foco no estímulo à criatividade pode produzir em uma turma do último ano do ensino médio em sua tese de doutorado “Aulas Baseadas Em Técnicas De Criatividade: Efeitos Na Criatividade, Motivação E Desempenho Em Matemática Com Estudantes Do Ensino Médio”. Neste trabalho, o autor cita o uso de problemas como estratégia para estimular a criatividade, e fala de 3 abordagens diferentes: resolução de problemas, elaboração de problemas, e redefinição de problemas. A abordagem utilizada pelo autor foi a resolução de problemas (FONSECA, 2019, p.55-56)

Para realização da pesquisa, Fonseca dividiu 41 alunos em dois grupos, um experimental e um de controle. Enquanto as aulas do grupo de controle eram ministradas de maneira convencional, utilizando exercícios propostos em livros de matemática, as aulas do grupo experimental foram baseadas em técnicas de criatividade, utilizando problemas abertos como ponto de partida.(FONSECA, 2019, p.63)

Para mensurar a criatividade dos alunos, Fonseca utilizou duas versões de um “Teste de Desempenho Criativo no Campo da Matemática”, que segundo o autor, “permite identificar traços latentes da criatividade, expressos por meio da fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento, manifestados a partir do registro escrito de soluções para problemas abertos” (FONSECA, 2019, p. 69-70) Uma das versões foi aplicada no início da pesquisa, enquanto a outra, nos últimos encontros.

Ao analisar os dados coletados durante a pesquisa, Fonseca conclui que aulas que promovem a criatividade podem gerar melhores resultados do que o modelo convencional de

ensino de matemática, pois além da criatividade, podem impulsionar o desempenho e a motivação dos alunos. (FONSECA, 2019, p.101-102)

Ildenice Lima Costa (2023), em sua tese de doutorado intitulada “A Avaliação Formativa E O Pensamento Crítico E Criativo Em Matemática Na Percepção De Professores Dos Anos Iniciais Do Ensino Fundamental” propõe uma discussão sobre as três formas de ensino criativo propostas por Beghetto (2017): ensino sobre criatividade, para a criatividade e com criatividade, no campo da matemática.

A autora nos apresenta o modelo proposto na obra “A arte de pensar” de Graham Wallas (1926 apud COSTA, 2023) que apresenta 4 estágios que caracterizam o processo criativo: Preparação – definida pelo recolhimento e análise de informações; Incubação – fase em que se amadurece a estratégia para resolver o problema, geralmente sem esforço consciente ou intencional; Iluminação – momento em que surge a solução criativa de forma súbita; e Verificação – etapa em que se testam as ideias para confirmar sua validade e se finalizam os detalhes da solução. (LEIKIN, PITTA-PANTAZI, 2013; WALLAS, 1926 apud COSTA, 2023).

Ela também nos traz algumas definições apresentadas pelo psicólogo americano Joy Paul Guilford (KANLI, 2021 apud COSTA, 2023). Ele associa o pensamento divergente à criatividade, bem como às suas dimensões: fluência (quantidade de respostas adequadas), flexibilidade (variedade de categorias), originalidade (frequência de respostas raras) e elaboração (número de detalhes utilizados nas respostas).

A aprendizagem em matemática pode ser potencializada ao estimular o pensamento crítico e criativo dos alunos. (ARAÚJO, 2016 apud COSTA, 2023)

O texto finaliza destacando a importância de se investir na formação do professor para ensinar e para avaliar a matemática, de forma a estimularem o pensamento divergente e uso da criatividade nos alunos e não dependerem do ensino de métodos de memorização que concorrem com a efetiva aprendizagem dos conhecimentos matemáticos. É proposto tentar conectar o conteúdo escolar à realidade dos alunos para incentivá-los ao envolver suas experiências individuais nas atividades propostas. Porém, nem sempre o professor consegue vincular tais problemas à vivência dos estudantes. Alguns motivos para que isso ocorra são: “a limitação curricular nos cursos de formação inicial destinado ao ensino-aprendizagem da matemática; ou da limitação didática – no que se refere à aplicação de métodos e técnicas para o ensino da matemática por este profissional; ou ainda das próprias limitações quanto à transposição dos conteúdos.”

Na dissertação “Uso De Materiais Manipuláveis Na Resolução De Problemas: Uma Proposta Para O Desenvolvimento Cognitivo” o autor, Marcelo da Silva Gomes (2019), nos apresenta algumas considerações a respeito da formação cognitiva do aluno do 6ºano do ensino fundamental, diz sobre a importância de se usar problemas em sala de aula para o desenvolvimento intelectual, e propõe o uso de materiais manipuláveis para facilitar a compreensão dos problemas e de suas soluções.

Segundo o pesquisador, o ano escolar de interesse, 6ºano, apresenta uma heterogeneidade grande entre seus alunos devido a faixa etária desses, entre 10 e 12 anos. De acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA(1990 apud GOMES 2019, p.17) esta é a idade que marca o fim da infância e início da adolescência. Essa transição é acompanhada de várias transformações comportamentais geradas por diversas alterações fisiológicas. Porém, essas mudanças não exibem um padrão, pois o desenvolvimento físico, social e cognitivo não ocorrem de forma síncrona. (GOMES, 2019, p.15-17)

Conforme Consenza (2011, apud GOMES, 2019, p.21-22) as transformações mais importantes no sistema nervoso ocorrem durante a infância e adolescência. Enquanto na infância há um aumento progressivo da conectividade entre as células corticais, na adolescência há uma redução até atingir o padrão adulto. Nessa faixa etária o nível de assimilação de novas informações diminui, porém a capacidade de aplicar e aprofundar o que já foi aprendido aumenta.

Nesse momento de transformações físicas e mentais que o aluno experiencia, ele é inserido em um contexto escolar diferente ao qual não está acostumado. Essa nova realidade, com disciplinas ensinadas de forma isolada e ministradas por professores especialistas, resulta em mais pressões e exigências para ele. (GOMES, 2019, p.15)

Geralmente, ao ingressarem no Ensino Fundamental II, o domínio dos conteúdos escolares por parte dos alunos está aquém do esperado. Por esse motivo, os professores costumam fazer uma revisão reiterada dos tópicos abordados nas séries precedentes. Entretanto, costumam utilizar as mesmas estratégias indicadas pelos livros didáticos que já foram experimentadas e conhecidas pelos alunos, pois apresentam poucas diferenças entre si, mesmo que sejam recomendadas para anos escolares diferentes. (GOMES, 2019, p.16)

Embora Consenza (2011, apud GOMES, 2019, p.16) constata que a prática e a repetição contribuam para a aprendizagem, podendo estimular a formação de novas sinapses e tornar mais eficiente o fluxo de informações presentes no circuito nervoso, os PCN relatam que o estudo repetitivo desmotiva os alunos e contribui para o fracasso escolar. (BRASIL, 2000 p.62, apud GOMES, 2019, p.16)

Por esse motivo, Willingham (2011, apud GOMES, 2019, p.16) adverte os professores a atentarem-se na forma como estimulam seus alunos a pensar, pois eles devem obter o prazer que vem do pensamento bem-sucedido para se sentirem motivados.

Segundo Willingham (2011, apud GOMES, 2019, p.23-24) nosso organismo evita a ação de pensar o máximo possível, pois é muito cansativa. Ao invés, confiamos na memória, pois seu uso nas situações cotidianas tende a ser mais ágil, confiável e demandar menos esforço do que o raciocinar.

O cérebro é programado para evitar a necessidade de pensar. Problemas com os quais nos deparamos repetitivamente são resolvidos a partir da memorização, sem necessidade de uma maior análise. Todavia, a atividade mental é atraente, em especial, é prazeroso solucionar problemas, pois “Quando resolvemos um problema, nosso cérebro recompensa-se a si mesmo com uma pequena dose de dopamina, uma substância natural significativa para as funções de prazer do cérebro.” (WILLINGHAM 2011, p.21 apud GOMES, 2019, p.40)

Para gerar esse prazer, o problema proposto para os alunos deve ser bem escolhido. Um problema muito difícil pode ser frustrante para eles por não conseguirem ver progresso em seus esforços, porém um fácil não dará a mesma satisfação em sua resolução. (WILLINGHAM 2011, apud GOMES, 2019, p.41)

O autor selecionou problemas retirados das provas da Olimpíada Brasileira de Matemática para Escolas Públicas (OBMEP) e usou os trabalhos de Polya (1977) e Onuchic (2011) como principais referências para aplicar a MEAAMRP em sala de aula.

Para auxiliar na aplicação da metodologia e favorecer o aprendizado, o pesquisador usou materiais de apoio de confecção própria ou que já possuem algum reconhecimento na pedagogia. Justificou o uso desses recursos com base em Esperidião et. al. (2008 p.56 apud GOMES, 2019, p.51), cujas observações sugerem que o aprendizado está condicionado às emoções sentidas no momento da aprendizagem, sejam elas positivas ou negativas. Os alunos tendem a valorizar o que lhes proporciona emoções agradáveis e desprezar o que gera emoções desagradáveis. Desta forma, o objetivo de usar os materiais de apoio era causar impacto emocional positivo e ajudar a melhorar a percepção do objeto de estudo.

O autor pôde constatar que os estudantes que participaram das atividades nas oficinas de resolução de problemas com auxílio dos materiais manipuláveis, em geral, apresentaram melhora na compreensão e argumentação lógica, mais clareza nas respostas e mais segurança na argumentação. Embora já tenha sido perceptível o potencial que apresentam, é sugerido que materiais de apoio sejam utilizados com mais frequência para que seja possível analisar seu efeito a médio e longo prazo. (GOMES, 2019, p.82,84-85)

Viviane Bergamini Fonteque (2019) em sua dissertação de mestrado “A Criatividade Na Formulação De Problemas De Alunos Do Ensino Fundamental I E II: Um Olhar Metodológico Em Sala De Aula”, teve por objetivo investigar os traços de criatividade que surgem quando alunos de quarto e de sétimos anos do Ensino Fundamental elaboram seus próprios problemas de matemática. Como referencial teórico em criatividade na elaboração de problemas, Gontijo (2006, 2007, 2012 e 2015) e Amaral (2016) foram as principais fontes de amparo. Quanto à própria ação de formular problemas, se basearam principalmente no autor Dante (2011) que debate tal ação na metodologia da Resolução de Problemas que propõe. É interessante notar que, segundo Fonteque, os autores dessa metodologia discutem a formulação de problemas de “modo tímido” (FONTEQUE, 2019, p.15). Outros autores citados são Polya (2006) e Onuchic e Allevato (2011), assim como seus roteiros de 4 e 9 etapas, respectivamente. (FONTEQUE, 2019, p.18-24)

A coleta de dados aconteceu em uma turma de 4º ano, em escola municipal, e em uma turma de 7ºano, em escola estadual de período integral, ambas localizadas em periferias. Eram compostas por 22 alunos de idade entre 9 e 10 anos e 25 alunos entre 12 e 13 anos, respectivamente. Ambas as escolas apresentavam resultados melhores que a maioria das escolas do estado para o respectivo ano escolar. (FONTEQUE, 2019, p.39-40)

A pesquisadora não teve dificuldade em aplicar a atividade na turma do 4ºano, porém muitos alunos do 7º ano apresentaram descaso com a atividade. Alguns afirmaram não saber fazer, outros mostraram insubordinação, e ainda outros não se importavam com uma atividade que não lhes proporcionariam nota para a disciplina. A autora atribuiu essas diferentes recepções ao seu trabalho como decorrência, em parte, de sua posição no âmbito escolar. Na primeira escola, a pesquisadora é regente da turma e tem contato diário com os estudantes, na segunda escola, ela é pedagoga, tem o papel de intermediadora nos relacionamentos dentro da escola e trata de assuntos relativos à indisciplina. Outra justificativa possível é a relatada por muitos docentes: conforme os estudantes avançam em nível escolar, expressam menos entusiasmo pelas atividades acadêmicas. (FONTEQUE, 2019, p.41-42)

Durante a análise dos dados coletados, a pesquisadora percebeu que muitos alunos, principalmente do 7º ano, tentaram elaborar os problemas de forma a utilizar o conteúdo matemático ensinado pela professora naquele período. Porém, na concepção da autora, demonstraram pouca ousadia na criação, pois ignoravam o contexto apresentado para replicar o que provavelmente costumavam resolver em sala de aula: expressões matemáticas a serem simplificadas. (FONTEQUE, 2019, p.81-82)

Para a investigação, foram consideradas as três dimensões de criatividade: fluência, flexibilidade e originalidade apontadas por Gontijo (2006). (FONTEQUE, 2019, p.38). Esses parâmetros estavam presentes nos problemas que manifestavam as experiências dos alunos e apareceram em maior número nos que foram elaborados por alunos do quarto ano. (FONTEQUE, 2019, p.84)

A autora conseguiu observar que tanto a formulação quanto a resolução de problemas permitiram aos alunos expressarem aspectos de criatividade. Principalmente na formulação, pois os estudantes puderam trazer interpretações de fora do contexto escolar que apresentaram, ao menos e em sua maioria, originalidade. (FONTEQUE, 2019, p.86 e 91)

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, discorro sobre minha trajetória acadêmica, minha afeição pela matemática e o surgimento de meu interesse pelo pensamento criativo na resolução de problemas.

Por encarar cada exercício apresentado como um desafio e explorar diferentes formas de resolvê-los devido à dificuldade em memorizar os algoritmos ensinados, muitos deles se tornavam problemas para mim e me incentivavam a usar a criatividade. Isto condiz com a definição de problema, que é “tudo aquilo que não se sabe fazer, mas que se está interessado em resolver” (ONUCHIC E ALEVATTO, 2011, p. 81) e a de criatividade, que é “a capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação-problema” (GONTIJO, 2007, p. 38)

Minha vontade de identificar a criatividade dos alunos quando envolvidos na resolução de um problema matemático manifestou-se ao não observar a mesma disposição e engenhosidade por parte dos estudantes nas aulas ministradas durante o estágio realizado em turmas do ensino fundamental II.

Para realizar a pesquisa, foi escolhida uma turma do 6º ano do ensino fundamental em uma escola pública localizada na cidade de Ouro Preto - MG, onde eu realizava a residência pedagógica. A turma possuía 19 alunos.

Como principais referências para os conceitos e diretrizes relacionados a problemas, suas soluções e elaborações, utilizei os autores Onuchic e Allevato (2011) e Silver(1990). Infelizmente, antes de desenvolver boa parte dessa pesquisa, não tive conhecimento nem acesso aos últimos trabalhos feitos por Onuchic e Allevato, como por exemplo “Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: Por que através da Resolução de Problemas” (2021), citado por Monteiro (2022) e Hoffmann (2022), no qual as pesquisadoras acrescentam uma décima etapa, “proposição e resolução de novos problemas”, em sua metodologia. Com essa nova etapa, a resolução de problemas deixa de ser linear e se torna cíclica e contínua, condizente com o aprendizado, que é constante.

Isto reforça ainda mais a necessidade da formação continuada do professor, pois mesmo as pesquisas antigas sendo ótimas fontes de conhecimento (e de forma alguma descartáveis!), o docente pode deixar de conhecer aprendizados preciosos ao não se atualizar, não tomar conhecimento de novas pesquisas em sua área.

De toda a forma, alegro-me de ter proposto algo semelhante ao mesclar as 9 etapas propostas por Onuchic e Allevato (2011) e a atividade proposta por Silver (1990) de “consertar” um problema mal formulado.

O problema escolhido foi “a partilha dos 35 camelos” encontrado no livro “O homem que calculava” de Malba Tahan. É um problema que não tem solução da forma como é proposto e, para solucioná-lo, a personagem, Beremiz Samir, faz uma adaptação.

Tal problema foi proposto para que os alunos explorassem o contexto apresentado e elementos fora dele, o que muitos fizeram com entusiasmo. Assim, puderam exercitar o pensamento divergente ao analisar todas as possibilidades de forma a encontrar a melhor solução para o problema (VALE; PIMENTEL, 2012).

Para a caracterização da criatividade, foram consideradas as dimensões fluência, flexibilidade e originalidade conforme as concepções de Vale e Pimentel (2012). Pude observar esses parâmetros presentes em várias das soluções apresentadas pelos alunos.

A respeito da fluência, a maior parte dos alunos escreveu apenas uma resposta, mesmo eles apresentando mais sugestões oralmente quando questionados pelos professores e residente em sala. Talvez o motivo de terem escrito apenas uma resposta tenha sido o pensamento de que havia só uma resposta válida, ou que deveriam responder apenas com a melhor solução.

Quanto à flexibilidade, foi possível criar 7 categorias diferentes: 1. vender os camelos ou parte deles e dividir o dinheiro, 2. juntar o camelo de Beremiz à divisão, 3. doar camelos. 4. fazer uma refeição com parte dos camelos. 5. dividir desigualmente. 6. trocar dois camelos por um. 7. dividir igualmente. A aluna que mostrou maior flexibilidade apresentou respostas que, ao todo, incluíam seis categorias diferentes. Em média, cada aluno apresentou de duas a três categorias diferentes em suas respostas.

As sugestões mais singulares (e por isso, mais originais) foram a de “vender dois camelos e comprar um em troca” e de “fazerem uma refeição com os camelos”, isto é, comer parte deles.

Houve um grupo de alunos que encontrou a mesma resposta apresentada na história original, para cuja resolução, propõe-se juntar o camelo de Beremiz para efetuar a divisão.

Note-se que a solução apresentada na história original apresenta algumas das ideias apresentadas pelos alunos: “juntar o camelo de Beremiz à divisão”, “dividir desigualmente” e “doar camelos”.

Pela diversidade de respostas criativas e pelo entusiasmo apresentado por boa parte dos alunos em resolver o problema nessa dinâmica com a qual não estão acostumados, pode-

se considerar que a atividade obteve êxito em seu objetivo. É necessário que sejam proporcionados para eles mais e mais problemas para que possam se acostumar com essa experiência e assimilar essa mentalidade de tentar resolvê-los mesmo que não consigam visualizar uma forma em um primeiro momento. É preciso que aprendam a explorar os problemas com os quais se deparem e esgotem todos os possíveis meios de resolução até encontrarem a que acharem mais adequada. Assim, para este fim, a atividade proposta foi um ótimo começo.

Ao explorar trabalhos relacionados ao tema da pesquisa, foi observado que há muitos fatores que influenciam a eficácia das aulas ministradas. A começar, a escolha do problema, que não apenas pode influenciar os conteúdos matemáticos e processos de pensamento matemático que serão evidenciados durante a prática da atividade, como também pode motivar ou frustrar os alunos a depender se é um desafio interessante para eles e se conseguem resolvê-lo ou não.

Disponibilizar um material de apoio para a atividade também pode auxiliá-los na compreensão dos conceitos estudados e na criação de estratégias para a resolução do problema, além de poder gerar emoções agradáveis como curiosidade e entusiasmo, que propiciam o aprendizado.

Na MEAAMRP, também há de se considerar as ações do professor em sala de aula, pois tanto podem beneficiar o aluno na construção de seu conhecimento, como visto no uso da ação “questionar”, quanto atrapalhá-los, como observado quando o professor interrompe seus alunos, mesmo que o faça raramente. (CELIS, QUIROZ e TORO-VIDAL, 2019, apud MENDES, 2024 p. 26)

Para consolidar o aprendizado, a prática por meio de exercícios é efetiva quando não é usada em excesso, pois a repetição pode se tornar monótona e desanimar os alunos em seus estudos, contribuindo para o fracasso escolar. Por esse motivo, é incentivado o uso de ambos, problemas e exercícios, com moderação para motivar e desenvolver novos conhecimentos e fortalecer o entendimento adquirido de forma a potencializar o ensino.

Essas são apenas algumas das considerações feitas e a se fazer nas aulas de matemática dentro do ambiente escolar. São poucas as pesquisas sobre esses temas relacionados a MEAAMRP, principalmente sobre a elaboração de problemas que ainda é abordada com timidez (FONTEQUE, 2019, p.15) e sobre a criatividade em matemática (GONTIJO et al., 2021, p. 4).

Desta forma, faz-se necessário destacar que trabalhar a criatividade em sala de aula é indispensável se quisermos romper com as práticas tradicionais marcadas pela repetição e

pelo fazer mecânico, que desmotivam nossos alunos ao não estimulá-los intelectualmente e os priva de sua autonomia no seu próprio processo de descoberta e aprendizado.

Trabalhar com problemas é uma forma de tornar os alunos protagonistas do processo educativo, pois permite a eles que expressem seus pensamentos, conhecimentos, visão de mundo e experiências de forma criativa durante a resolução ou elaboração do problema. Nessas dinâmicas, o aluno não é cobrado a simplesmente reproduzir um conteúdo acadêmico alienado de sua realidade. Pelo contrário, ele é convidado a refletir sobre aquilo em que está envolvido e relacionar o conhecimento construído com seu próprio cotidiano, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e consciente. Embora desafiador, promover a autonomia dos alunos é necessário para testemunharmos novas formas de ensinar e de aprender.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, P. Um (bom) problema (não) é (só)... *Educação e Matemática*, Lisboa: Faculdade de Ciências de Lisboa, n. 8, p. 7-10, 35, 1989.

ÁVILA, M. G. de. *História da matemática e resolução de problemas: uma aliança possível*. 2004. 185 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.

CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. *Revista Portuguesa de Educação*, Braga, v. 16, n. 2, p. 221–236, 2003. Universidade do Minho. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37416210>. Acesso em: 2 set. 2025.

COSTA, I. L. A avaliação formativa e o pensamento crítico e criativo em matemática na percepção de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. 2023. 296 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2023. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=13822944. Acesso em: 2 set. 2025.

DELAZERI, G. R.; SILVA, L. M. Vivenciando a resolução de problemas em sala de aula. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO DA MATEMÁTICA, 6., 2013, Canoas. Anais [...]. Canoas: ULBRA, 2013. Disponível em: <http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/ciem/vi/paper/viewFile/649/41>. Acesso em: 2 set. 2025.

DINIZ, M. I.; SMOLE, K. S. *Ler, escrever e resolver problemas – Habilidades básicas para aprender matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

ECHEVERRÍA, M. del P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I.; ECHEVERRÍA, M. del P. P.; NEVES, B. A. *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 13–42.

FONTEQUE, V. B. A criatividade na formulação de problemas de alunos do Ensino Fundamental I e II: um olhar metodológico em sala de aula. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7777386. Acesso em: 2 set. 2025.

FONSECA, M. G. Aulas baseadas em técnicas de criatividade: efeitos na criatividade, motivação e desempenho em matemática com estudantes do ensino médio. 2019. 175 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7942730. Acesso em: 2 set. 2025.

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

GOMES, M. S. Uso de materiais manipuláveis na resolução de problemas: uma proposta para o desenvolvimento cognitivo. 2019. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8608801. Acesso em: 2 set. 2025.

GONTIJO, C. H. Criatividade em matemática: identificação e promoção de talentos criativos. *Educação. Revista do Centro de Educação*, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 481–494, 2007. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=117117241014>. Acesso em: 2 set. 2025.

GONTIJO, C. H. et al. Criatividade em matemática: alguns elementos históricos na constituição do campo de pesquisa e de intervenção pedagógica. *REnCiMa*, São Paulo, v. 12, n. 5, p. 1–24, ago. 2021. DOI: 10.26843/rencima.v12n5a20. Disponível em: <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n5a20>. Acesso em: 2 set. 2025.

HOFFMANN, L. C. J. Interfaces entre sala ambiente e metodologia de ensino através da resolução de problemas: aprendizagem com compreensão da matemática. 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2022. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=12638086. Acesso em: 2 set. 2025.

JESUS, C. C. de et al. Análise de tarefas cognitivamente desafiadoras em um processo de formação de professores de Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 21–46, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/36234/pdf>. Acesso em: 2 set. 2025.

JÚNIOR, G. C. A resolução de problemas como metodologia para o ensino da matemática: uma abordagem sobre divisibilidade e congruência. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=11065915. Acesso em: 2 set. 2025.

KANTOWSKI, M. G. Problem solving. In: FENNEMA, E. (Ed.). *Mathematics education research: implications for the 80's*. Reston: NCTM, 1980. p. 111–126.

LIMA, K. L. B. de A. A metodologia da resolução de problemas: compreensão de grupo de professores da rede pública de ensino básico. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2023. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=13723834. Acesso em: 2 set. 2025.

MANN, E. Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, v. 30, n. 2, p. 236-260, 2006.

MENDES, B. A. Ações do professor durante a metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através da resolução de problemas e o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos. 2024. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2024. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=15653725. Acesso em: 2 set. 2025.

MONTEIRO, E. J. O ensino de frações para estudantes do sexto ano do ensino fundamental através da resolução de problemas. 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2022. Disponível em:

https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=13479687. Acesso em: 2 set. 2025.

ONUCHIC, L. de L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. *Bolema – Mathematics Education Bulletin*, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 73–98, 2011. Acesso em: 2 set. 2025.

POLYA, G. *A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático*. Trad. Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

POZO, J. I.; ECHEVERRÍA, M. del P. P.; NEVES, B. A. *A solução de problemas: aprender a aprender, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SILVER, E. A. et al. *Thinking through mathematics: fostering inquiry and communication in mathematics classrooms*. New York: College Board Publications, 1990.

TEIXEIRA, C. de J. Proposição de problemas como estratégia de aprendizagem da matemática: uma ênfase sobre efetividade, colaboração e criatividade. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7675132. Acesso em: 2 set. 2025.

VALE, I.; PIMENTEL, T. Um novo-velho desafio: da resolução de problemas à criatividade em matemática. In: CANAVARRO, A. P. et al. (Org.). *Investigação em Educação Matemática 2012: práticas de ensino da matemática*. Portalegre: SPIEM, 2012. p. 347–360.

ZUFFI, E. M.; ONUCHIC, L. de L. R. O ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas e os processos cognitivos superiores. *Unión – Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, n. 11, p. 1-15, set. 2007. Acesso em: 2 set. 2025.