

ppgmat

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA**

CAMILA IORIO MARTON

**A CRIATIVIDADE DE ESTUDANTES DO 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL
NA FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS EM ATIVIDADE DE MODELAGEM
MATEMÁTICA**

LONDRINA

2023

CAMILA IORIO MARTON

**A CRIATIVIDADE DE ESTUDANTES DO 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL
NA FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS EM ATIVIDADE DE
MODELAGEM MATEMÁTICA**

**THE CREATIVITY OF 6TH GRADE STUDENTS OF ELEMENTARY SCHOOL
IN PROBLEM FORMULATION IN MATHEMATICAL MODELING ACTIVITY**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Cornélio Procópio e Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan

LONDRINA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina



CAMILA IORIO MARTON

A CRIATIVIDADE DE ESTUDANTES DO 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL NA FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS EM ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA.

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino De Matemática.

Data de aprovação: 27 de Março de 2023

Rodolfo Eduardo Vertuan, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Cláudia Carreira Da Rosa, Doutorado - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Ufms)

Dra. Karina Alessandra Pessoa Da Silva, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 27/03/2023.

AGRADECIMENTOS

Uma dissertação de mestrado envolve uma trajetória longa com diversos desafios e, nesse processo, houve o apoio de diversas pessoas. Nesse momento eu tenho a oportunidade de registrar meus agradecimentos a cada uma delas.

Primeiramente, agradeço a Deus por estar comigo em todas as ocasiões, principalmente nos momentos de dificuldades, me dando forças para superá-los.

Aos meus pais, obrigada por terem me auxiliado no momento em que mais precisei. Obrigada por serem compreensivos! Vocês são meu espelho e eu tenho um orgulho enorme de vocês.

Ao meu irmão, por todo apoio e incentivo, por estar ao meu lado em todos os momentos, sendo eles bons ou ruins.

Ao meu namorado, por estar sempre me apoiando e incentivando, sabendo entender minhas ausências.

Ao meu orientador, Rodolfo Eduardo Vertuan, obrigada por todas as orientações, ensinamentos e companheirismo. Obrigada por sua dedicação comigo e por me escolher como orientanda.

Às professoras que compõem a banca de avaliação, Karina Alessandra Pessoa da Silva e Claudia Carreira da Rosa, obrigada por aceitarem gentilmente compor a banca examinadora e pelas contribuições.

Ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação e Educação Matemática (GEPEEM), o meu muito obrigada por todos os momentos de estudos, discussões e sugestões que foram compartilhados, e o quanto contribuíram para o desenvolvimento da minha pesquisa.

Quero agradecer aos meus alunos, das três turmas de 6º ano de 2021. A realização desta pesquisa não seria possível sem o aceite de vocês. Vocês foram participativos em todos os momentos, superando minhas expectativas profissionais e me fazendo admitir a utilização de alternativas pedagógicas em sala de aula.

Enfim, agradeço a todos da minha família, amigos e todas as pessoas que direta ou indiretamente, de certa forma, contribuíram para a concretização deste trabalho. Muito obrigada!

Marton, Camila Iorio. **A criatividade de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental na Formulação de Problemas em atividade de Modelagem Matemática**. 2023. 116p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2023.

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo *compreender como se manifesta a criatividade de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental na formulação de problemas quando desenvolvem atividades de Modelagem Matemática* e tem como aporte teórico a Modelagem Matemática em uma perspectiva da Educação Matemática e a Criatividade em Matemática na formulação de problemas. Para isso, busca identificar indícios de criatividade nas produções de estudantes e inferir possíveis associações entre as características das atividades de Modelagem Matemática e os aspectos de criatividade na ação de formular problemas. Neste contexto, apresenta três atividades de Modelagem Matemática (*O preparo do café, A evolução da barriga de grávida e A produção de Slime*) desenvolvidas com estudantes de três sextos anos do Ensino Fundamental de um Colégio Estadual localizado no Norte do Paraná. Para a coleta de dados foram utilizados cinco gravadores de áudio e um celular, com o objetivo de registrar falas e expressões gestuais dos estudantes, bem como os registros escritos produzidos por estes estudantes durante as atividades e anotações feitas pela pesquisadora em um diário de campo. Para a análise dos dados, pauta-se nos pressupostos da pesquisa qualitativa, evidenciando nas produções os aspectos de criatividade denominados fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração e as características de um problema de Modelagem Matemática. Conclui que as atividades de Modelagem Matemática e, conseqüentemente, a ação de formular problemas em Modelagem, contribuem para a manifestação dos aspectos de criatividade. Associada à pesquisa, tem-se o Produto Educacional intitulado “Criatividade, Modelagem Matemática e Formulação de Problemas: Orientações para Professores do Ensino Fundamental”, sendo um Material Pedagógico destinado a professores do Ensino Fundamental com o objetivo de respaldar a utilização da Modelagem Matemática, como alternativa pedagógica, em sala de aula, com foco na manifestação da criatividade em matemática e na formulação de problemas.

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

MARTON, Camila Iorio. **The Creativity Of 6th Grade Students Of Elementary School In Problem Formulation In Mathematical Modeling Activity**. 2023. 116p. Dissertation (Master's degree in Mathematics Education) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2023.

ABSTRACT

This research aims *to understand how the creativity of students of the 6th year of Elementary School manifests itself in the formulation of problems when they develop Mathematical Modeling activities and has as theoretical support the Mathematical Modeling* in a perspective of Mathematics Education and Creativity in Mathematics in the problem formulation. For this, it seeks to identify evidence of creativity in students' productions and to infer possible associations between the characteristics of Mathematical Modeling activities and the aspects of creativity in the action of formulating problems. In this context, it presents three Mathematical Modeling activities (*The preparation of coffee, The evolution of the pregnant belly and The production of Slime*) developed with students of three sixth years of Elementary School of a State College located in the North of Paraná. For data collection, five audio recorders and a cell phone were used, with the aim of recording the speeches and gestural expressions of the students, as well as the written records produced by these students during the activities and notes made by the researcher in a field diary. For data analysis, it is based on the assumptions of qualitative research, showing in the productions the aspects of creativity called fluency, flexibility, originality and elaboration and the characteristics of a Mathematical Modeling problem. It concludes that Mathematical Modeling activities and, consequently, the action of formulating problems in Modeling, contribute to the manifestation of creativity aspects. Associated with the research, there is the Educational Product entitled “Creativity, Mathematical Modeling and Problem Formulation: Guidelines for Elementary School Teachers”, being a Pedagogical Material intended for Elementary School teachers with the objective of supporting the use of Mathematical Modeling, as a pedagogical alternative, in the classroom, focusing on the expression of creativity in mathematics and problem formulation.

Keywords: Mathematics Education. Mathematical Modeling. Elementary School. Creativity. Formulation of Problems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de Modelagem Matemática	20
Figura 2 - Fases da Modelagem Matemática.....	21
Figura 3 - Fases da Modelagem Matemática e as ações cognitivas dos estudantes	23
Figura 4 - Elementos principais da Perspectiva de Sistemas	28
Figura 5 - Características do Pensamento Criativo	32
Figura 6 - Características de um problema de Modelagem Matemática	37
Figura 7 - Primeira Atividade – “O preparo do café”	50
Figura 8 - Registro escrito dos estudantes do grupo G4.....	53
Figura 9 - Registro escrito dos estudantes do grupo G5.....	54
Figura 10 - Registro escrito dos estudantes do grupo G6.....	55
Figura 11 - Registro escrito dos estudantes do grupo G7.....	56
Figura 12 - Registro escrito dos estudantes do grupo G9.....	58
Figura 13 - Registro escrito do estudante C4	59
Figura 14 - Registro escrito dos estudantes do grupo G15.....	60
Figura 15 - Segunda Atividade – “Evolução da barriga de grávida”	64
Figura 16 - Desenvolvimento da segunda atividade.....	65
Figura 17 - Dados coletados pelos estudantes.....	66
Figura 18 - Registro escrito dos estudantes do grupo G1.....	68
Figura 19 - Registro escrito dos estudantes do grupo G2.....	70
Figura 20 - Registro escrito dos estudantes do grupo G8.....	71
Figura 21 - Registro escrito dos estudantes do grupo G9.....	72
Figura 22 - Registro escrito dos estudantes do grupo G14.....	73
Figura 23 - Terceira Atividade – “A produção de Slime”	77
Figura 24 - Registro escrito dos estudantes do grupo G1.....	79
Figura 25 - Registro escrito dos estudantes do grupo G2.....	80
Figura 26 - Registo escrito dos estudantes do grupo G3.....	81
Figura 27 - Registro escrito dos estudantes do grupo G7.....	82
Figura 28 - Registro escrito dos estudantes do grupo G9.....	84
Figura 29 - Registro escrito dos estudantes do grupo G12.....	85
Figura 30 - Registro escrito dos estudantes do grupo G13.....	86
Figura 31 - Registro escrito dos estudantes do grupo G14.....	87

Figura 32 – As características de um problema de Modelagem Matemática e os principais aspectos da Criatividade Matemática associados97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Organização da primeira atividade desenvolvida	43
Quadro 2 - Organização da segunda atividade desenvolvida.....	44
Quadro 3 - Organização da terceira atividade desenvolvida.....	45
Quadro 4 - Organização da primeira atividade analisada	61
Quadro 5 - Organização da segunda atividade analisada.....	74
Quadro 6 - Organização da terceira atividade analisada.....	88
Quadro 7 - Originalidade nas produções escritas dos estudantes	90
Quadro 8 - Fluência nas produções escritas dos estudantes.....	92
Quadro 9 - Flexibilidade nas produções escritas dos estudantes	94
Quadro 10 - Elaboração nas produções escritas dos estudantes.....	95

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1. MODELAGEM MATEMÁTICA.....	17
1.1 MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	17
1.2 MODELAGEM MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA SALA DE AULA ..	20
2. CRIATIVIDADE.....	26
2.1 A CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA E AS CARACTERÍSTICAS DO PENSAMENTO CRIATIVO	30
3. CRIATIVIDADE, MODELAGEM MATEMÁTICA E FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS.....	33
4. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS	39
4.1 NATUREZA DA PESQUISA.....	39
4.2 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA	40
4.3 PRODUÇÃO E COLETA DE DADOS.....	41
4.4 SOBRE A DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	42
5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ATIVIDADES.....	48
5.1 ATIVIDADE – “O PREPARO DO CAFÉ”	48
5.2 ATIVIDADE – “A EVOLUÇÃO DA BARRIGA DE GRÁVIDA”	62
5.3 ATIVIDADE – “A PRODUÇÃO DE SLIME”	75
6 ANÁLISE GLOBAL	90

6.1	SOBRE O ASPECTO DE ORIGINALIDADE.....	90
6.2	SOBRE O ASPECTO DE FLUÊNCIA	92
6.3	SOBRE O ASPECTO DE FLEXIBILIDADE	93
6.4	SOBRE O ASPECTO DE ELABORAÇÃO	95
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
	REFERÊNCIAS.....	102
	APÊNDICE A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DO COLÉGIO	107
	APÊNDICE B – TERMOS - CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO	108
	ANEXO A – FICHA DE AVALIAÇÃO DE PRODUTO/PROCESSO EDUCACIONAL	115

INTRODUÇÃO

Para além de proporcionar aos estudantes espaços e situações de aprendizagens e trocas de experiências, a escola precisa considerar práticas que favoreçam a criação, a inovação e que estimulem o interesse dos estudantes pelos estudos. Nesse sentido, entendemos que os professores também são protagonistas em sala de aula, ao planejar e criar essas situações de aprendizagem para que os estudantes possam desenvolver novas ideias e saberes.

Diante de minha¹ inquietação como professora de Matemática da Educação Básica e frente às dificuldades de meus alunos na resolução e, mais especificamente, na atividade de formulação de problemas de matemática, talvez devido às raras oportunidades em que, na trajetória escolar destes estudantes, eles tenham vivenciado essas atividades, é que me interessei, nessa pesquisa, por olhar para a formulação de problemas em um contexto específico, que também temos vivenciado em nossa prática há algum tempo, a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.

Dentre tantos entendimentos que a expressão Modelagem Matemática assume na literatura, nos alinhamos ao que Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 17) apresentam. Para os autores, a Modelagem Matemática é uma “alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da matemática, de uma situação problema não essencialmente matemática”. Quanto à importância da formulação de problemas, Lima e Segada (2015, p. 50) atentam que [...] “a atividade de formular problemas pelo próprio aluno é fundamental nas aulas de matemática. Acreditamos que através dela poderemos observar se um aluno compreende o que é um problema”.

Todavia, para olhar para a formulação de problemas no contexto de atividades de Modelagem Matemática, elencamos como lentes teóricas os aspectos da criatividade, a saber, originalidade, fluência, flexibilidade e elaboração – conceitos que são discutidos no segundo capítulo desta dissertação. Sobre a criatividade em matemática, corroboramos com a definição de Gontijo (2007), para quem a criatividade em matemática é a

¹ Por vezes, nesta introdução, usarei a primeira pessoa do singular, para me referir às minhas experiências. Todavia, como essa pesquisa é construída, entendemos, à base de muita discussão, diálogo e leituras, a primeira pessoa do plural será utilizada com mais frequência.

[...] 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 (GONTIJO, 2007, p. 37).

Diante do exposto, temos o interesse em desenvolver a presente pesquisa voltada, em particular, para a investigação da criatividade em matemática quando estudantes formulam problemas no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no contexto de aulas regulares, dada a minha prática profissional como professora dos anos finais do Ensino Fundamental e minha participação no Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação e Educação Matemática (GEPEEM). O GEPEEM é um grupo que discute e reflete temas como a Criatividade e a Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática e no contexto de práticas de sala de aula.

No âmbito do GEPEEM, outros trabalhos já se dedicaram a investigar a relação entre a Modelagem Matemática e a criatividade (PALMA, 2019; VIANA, 2020; DAL PASQUALE JUNIOR, 2019). Palma (2019), com o objetivo de discorrer sobre a manifestação de aspectos de criatividade na resolução dos estudantes de quintos anos no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, aponta que “a Modelagem Matemática possui características que possibilitam o engajamento do indivíduo como um aluno criativo” (PALMA, 2019, p. 106).

Viana (2020), que buscava investigar o uso intencional de estratégias de estímulo do pensamento criativo em atividades de Modelagem Matemática, conclui que tal uso, pelo professor, sinalizou “[...] o favorecimento da aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento de diferentes habilidades criativas” (VIANA, 2020, p. 156).

Dal Pasquale Junior (2019), por sua vez, com o objetivo de identificar e analisar os momentos de geração de ideias e as implicações destes momentos durante o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, conclui que inúmeras ideias são geradas durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, mas, em específico, na fase de interação, de modo especial nos primeiros vinte minutos do desenvolvimento da atividade. Segundo o autor:

Por meio das análises e com base na fundamentação teórica, inferimos que inúmeras ideias são geradas durante as atividades de modelagem, mais especificamente durante os primeiros vinte minutos. Nesse período de tempo a principal ação dos alunos foi a fase de inteiração. Destacamos que a afinidade, os conhecimentos prévios e as experiências que os sujeitos tiveram com os temas das atividades propostas foram fundamentais para o desenvolvimento das atividades. Além disso, o julgamento surgiu constantemente entre os alunos e esse fato tem impacto direto nas ideias que surgem e são rejeitadas, ou mesmo, as ideias que deixam de ser apresentadas no âmbito das discussões (DAL PASQUALE JUNIOR, 2019, p. 7).

Mais recentemente, Setti, Waideman e Vertuan (2021), também membros do GEPEEM, investigaram sobre o percurso de elaboração de um problema quando os alunos precisavam elaborar problemas de Modelagem a partir de um texto-convite apresentado pelo professor da disciplina de Modelagem Matemática em um curso de Licenciatura em Matemática, de uma universidade federal. Na investigação, os autores se atentaram para o fato que no momento da ação de elaborar um problema para investigação, estão envolvidos muitos elementos, desde o entendimento dos alunos do que seria um problema até a intensidade de envolvimento que o estudante tem com o referido tema.

Embora estes trabalhos versem sobre nossas duas temáticas de interesse, destacamos que o primeiro trabalho do GEPEEM que tratam da questão da criatividade, foi o de Fonteque (2019), que tinha como objetivo investigar a elaboração de problemas de estudantes de um quarto ano e um sétimo ano no contexto da metodologia de Resolução de Problemas. Dentre outras considerações, no que tange à criatividade no contexto da elaboração de problemas naquele contexto específico, Fonteque (2019) apontam que:

Os enunciados que consideram as experiências/vivências dos alunos denotam aspectos de criatividade e são mais frequentes nas produções dos alunos dos quartos anos; que a elaboração de problemas tem potencial para desenvolver aspectos de criatividade, principalmente devido ao fato de que não existem solicitações rígidas, nem mesmo procedimentos determinados à priori; e que a criatividade se manifesta tanto nos momentos de formulação quanto nos momentos de resolução de um problema, não precisando acontecer em uma para se manifestar também na outra (FONTEQUE, 2019, p. 94).

Alinhados ao trabalho de Fonteque (2019), à pesquisa de Setti, Waideman e Vertuan (2021) e às demais pesquisas desenvolvidas por membros do GEPEEM desde 2019, a presente pesquisa avança no sentido de se dedicar à criatividade manifestada por estudantes quando formulam um problema de Modelagem Matemática, atentando para os aspectos de originalidade, fluência, flexibilidade e elaboração manifestados pelos estudantes nesse processo de formulação de um problema de Modelagem e buscando associações entre esses aspectos e as características das atividades de Modelagem.

Por problema de Modelagem, por sua vez, entendemos, assim como Setti, Waideman e Vertuan (2021, p. 963), como

[...] aquele que emerge de um contexto não necessariamente matemático e deve envolver dados autênticos deste contexto. Sua solução envolve a obtenção de um modelo matemático a partir de estudo, pesquisa e reflexão do tema. Portanto, não há Modelagem sem um problema de Modelagem! (SETTI; WAIDEMAN; VERTUAN, 2021, p. 963).

Considerando nosso interesse de pesquisa, portanto, nos dedicamos a investigar a seguinte problemática: *Como se manifesta a criatividade de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental na formulação de problemas em atividades de Modelagem Matemática?*

Os sujeitos desta pesquisa são estudantes de três turmas de 6º ano do Ensino Fundamental, em que a primeira autora atuava como professora regente. As atividades foram desenvolvidas de modo presencial entre os meses de novembro e dezembro do ano de 2021 e seguiram os pressupostos de Almeida, Silva e Vertuan (2012) para a implementação de atividades de Modelagem. Neste contexto, nos propomos à utilização de atividades de Modelagem Matemática e nos atentamos à criatividade dos estudantes no momento da formulação dos problemas de Modelagem Matemática.

A abordagem da pesquisa é qualitativa, considerando o objetivo de compreender o conjunto de dados coletados. Segundo Bogdan e Biklen (1994), “o objectivo principal do investigador é o de construir conhecimento, não o de dar opiniões sobre determinado contexto” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 67). Portanto, nos dedicamos a compreender as ideias apresentadas pelos estudantes, com o objetivo de estabelecer significados aos dados coletados.

Sobre a análise dos dados, optamos por realizá-la de forma descritiva e interpretativa, ou seja, descrevemos os dados e realizamos conjuntamente o que denominamos de análises específicas. Por fim, realizamos reflexões sobre o conjunto destas análises específicas, tanto com vistas a construir o que denominamos de análise global, quanto com a intenção de reestruturar as atividades, que constituem o produto educacional associado a esta dissertação.

O produto educacional oriundo dessa pesquisa é um Material Pedagógico destinado a professores do Ensino Fundamental, com o objetivo de respaldar a utilização da Modelagem Matemática, como alternativa pedagógica, em sala de aula, com foco na manifestação da criatividade em matemática e na formulação de problemas. Disponibilizamos para cada atividade de Modelagem Matemática desenvolvida para a produção de dados na presente pesquisa, orientações que envolvem a descrição, o planejamento e o desenvolvimento em sala de aula.

Objetivos:

A partir destas ações, esperamos, à luz da interrogação de pesquisa, empreender os seguintes objetivos geral e específicos. O objetivo geral é compreender como se manifesta a criatividade de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental na formulação de problemas, quando esses desenvolvem atividades de Modelagem Matemática. Os objetivos específicos são: identificar indícios de criatividade dos estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental quando formulam problemas de Modelagem Matemática; e inferir possíveis associações entre as características das atividades de Modelagem Matemática e os aspectos da criatividade identificados na ação de formular problemas.

Estrutura do texto:

Na primeira seção do texto, para além desta introdução, apresentamos entendimentos de Modelagem Matemática presentes na literatura no âmbito da Educação Matemática. Discutimos, ainda, características das atividades de Modelagem, bem como algumas das contribuições e desafios apontados na literatura quanto à sua utilização em sala de aula.

Na segunda seção apresentamos entendimentos sobre a criatividade - embora não haja um consenso na literatura - e sobre o modelo teórico proposto por Mihaly Csikszentmihalyi, a “Perspectiva de Sistemas”, que corrobora com a presente pesquisa, por considerar que a criatividade não é um processo individual e sim estruturado, ou seja, é a integração de três sistemas: o indivíduo (experiências pessoais e bagagem genética); o domínio (cultura); e o campo (sistema social). Em seguida, apresentamos os aspectos do pensamento criativo: fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração.

Na terceira seção, abordamos a criatividade, a Modelagem Matemática e a formulação de problemas, buscando estabelecer algumas convergências, considerando a literatura. Na quarta seção apresentamos os encaminhamentos metodológicos: o contexto e sujeitos da pesquisa; a produção e coleta de dados; e por fim, os procedimentos de descrição e análise dos dados.

Na quinta seção realizamos as descrições e as análises específicas das três atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas com os sextos anos, de modo a apresentar as características das atividades e dos problemas formulados pelos estudantes e analisá-los à luz da fundamentação teórica. Na sexta seção do texto apresentamos uma análise global, buscando englobar discussões relativas às três análises específicas e discutir nossa interrogação de

pesquisa. Seguem as Considerações Finais, que precedem a lista de Referências que fundamentam nossas discussões.

1. MODELAGEM MATEMÁTICA

Nessa seção apresentamos entendimentos presentes na literatura acerca da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, bem como esclarecemos a perspectiva de Modelagem assumida nesta pesquisa. Discorremos, ainda, acerca das características de uma atividade de Modelagem Matemática, incluindo os procedimentos e ações dos estudantes quando realizam atividades. Apresentamos, também, possíveis contribuições e desafios da utilização da Modelagem no contexto escolar.

1.1 MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 12) “a conceitualização e a caracterização da Modelagem Matemática na Educação Matemática têm tido diferentes abordagens e têm sido realizadas segundo diferentes pressupostos”.

Barbosa (2004, p. 75) apresenta o entendimento de Modelagem Matemática como “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”. De acordo com Bassanezi (2006, p. 16), a Modelagem Matemática pode ser entendida como “a arte de transformar problemas reais em matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. E ainda, para Burak (1992, p. 62) a Modelagem “constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar matematicamente os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões”. O que há de comum nas definições dos autores é a abordagem de problemas ditos “reais”, que refletem e/ou retratam o cotidiano dos alunos, por meio da matemática.

Para Klüber (2017), a Modelagem Matemática pode ser vista como:

Essencialmente investigativa e temática, que acontece com matemática e não apenas por meio dela. Isso significa que situações diversas se caracterizam como temas específicos, os quais são geradores de uma investigação sob diferentes perspectivas, e conta com o auxílio da matemática para o avanço no processo investigativo (KLÜBER, 2017, p. 2).

O autor traz dois aspectos que são característicos da Modelagem Matemática: i) a investigação, também discutida por Barbosa (2004) e; ii) os temas de interesse, que abarcam situações diversas e frequentemente escolhidas pelos alunos, pois retratam o que eles pretendem investigar. Aliás, Burak (1992) é um defensor de que os temas sejam escolhidos pelos

estudantes. Esse tema não necessariamente possui associação imediata com a matemática e sim, como citado pelo autor, “conta com o auxílio da matemática” (KLÜBER, 2017, p. 2).

Almeida e Silva (2017, p. 209), pautando-se no entendimento de diversos autores sobre o que vem a ser a Modelagem Matemática na Educação Matemática, afirmam que a Modelagem “é orientada pela busca de solução para um problema cuja origem está, de modo geral, associada a uma situação que, a priori, não é da Matemática”. Neste sentido, as autoras argumentam, ainda, que:

A Modelagem Matemática viabiliza uma leitura, ou até mesmo uma interpretação, ainda que parcial e idiossincrática, de fenômenos do mundo ou da vida, muitas vezes identificados fora do ambiente escolar, com o apoio da Matemática (ALMEIDA; SILVA, 2017, p. 209).

Araújo e Lima (2020, p. 848, trad. nossa), por sua vez, referem-se à Modelagem Matemática na Educação Matemática como “o desenvolvimento de tarefas em um ambiente de sala de aula em que os alunos estão envolvidos na busca de soluções para problemas do mundo real por meio do uso de conhecimentos matemáticos²”.

Destacando a ação ativa dos estudantes quando realizam atividades de Modelagem, Blum e Ferri (2009, p. 47) chamam a atenção para as contribuições da Modelagem no contexto escolar. Para os autores, a Modelagem Matemática pode:

Ajudar os alunos a compreenderem melhor o mundo; apoiar a aprendizagem da matemática (motivação, formação de conceitos, compreensão, retenção); contribuir para desenvolver várias competências matemáticas e atitudes adequadas; contribuir para uma imagem adequada da matemática³ (BLUM; FERRI, 2009, p. 47, trad. nossa).

Isso porque a realização de atividades de Modelagem é cognitivamente exigente, no sentido de, conforme afirma Niss (2015, p. 67), exigir dos estudantes:

Capturar, representar, compreender ou analisar fenômenos, situações ou domínios extra matemáticos existentes, geralmente como um meio de responder a questões práticas, intelectuais ou científicas – e resolver problemas relacionados - pertencentes ao domínio em consideração⁴ (NISS, 2015, p. 67, trad. nossa).

Um dentre tantos entendimentos que a expressão Modelagem Matemática assume na literatura, é o apresentado por Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 17), para os quais “a

² Tradução de: “[...] refers to the development of tasks in a classroom environment in which students are involved in the search for solutions to real-world problems through the use of mathematical knowledge” (ARAÚJO; LIMA, 2020, p. 848).

³ Tradução de: “[...] help students’ to better understand the world, support mathematics learning (motivation, concept formation, comprehension, retaining), contribute to develop various mathematical competencies and appropriate attitudes, contribute to an adequate picture of mathematics” (BLUM; FERRI, 2009, p. 47).

⁴ Tradução de: “[...] capture, represent, understand, or analyse existing extra-mathematical phenomena, situations or domains, usually as a means of answering practical, intellectual or scientific questions – and solving related problems – pertaining to the domain under consideration” (NISS, 2015, p. 67).

Modelagem Matemática constitui uma alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da matemática, de uma situação problema não essencialmente matemática”. Para os autores:

[...] a Modelagem Matemática visa propor soluções para problemas por meio de modelos matemáticos. O modelo matemático, nesse caso, é o que “dá forma” à solução do problema e a Modelagem Matemática é a “atividade” de busca por essa solução (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 15).

Os autores entendem modelo matemático como “um sistema conceitual, descritivo ou explicativo expresso por meio de uma linguagem ou uma estrutura matemática que objetiva descrever ou explicar o comportamento de outro sistema, podendo realizar previsões” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 13).

Para Biembengut (2009, p. 12), o modelo matemático pode ser tomado como um “conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real”. Sobre modelo matemático, Almeida e Silva (2017) explicam que:

[...] trata-se de um procedimento criativo e interpretativo que estabelece uma estrutura matemática que deve incorporar, com certo nível de fidelidade, características essenciais do fenômeno que pretende representar. A essa estrutura matemática referimo-nos como modelo matemático (ALMEIDA; SILVA, 2017, p. 209).

Do mesmo modo, Rosa (2009), apresenta considerações sobre a relação entre o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem e a elaboração de modelo matemático:

Ao desenvolvermos uma atividade de Modelagem na perspectiva educacional a elaboração de um modelo matemático é muito importante para atingir o objetivo central do desenvolvimento da atividade, mas a construção desse modelo depende do conhecimento de Matemática que se tem. Neste sentido, o modelador precisa ter criatividade, saber interpretar o contexto da situação, saber discernir qual conteúdo matemático melhor se adapta para o estudo da situação-problema e, conseqüentemente, outras perspectivas vão sendo contempladas (ROSA, 2009, p. 39).

Nesse contexto, uma atividade de Modelagem Matemática suscita ações de investigação refletidas em um conjunto de procedimentos que vão desde o levantamento de informações e o uso de conceitos matemáticos e extramatemáticos para obter um modelo matemático, até o uso do modelo para interpretar, refletir e responder o problema originado da situação problemática inicial.

No que tange aos aspectos relativos ao ensino e à aprendizagem da Matemática em contextos de atividades investigativas por meio, e a partir, de situações reais de interesse dos estudantes, há também a definição de Modelagem Matemática como prática pedagógica,

conforme apresentam Schrenk e Vertuan (2022). Para os autores, a Modelagem Matemática pode ser entendida:

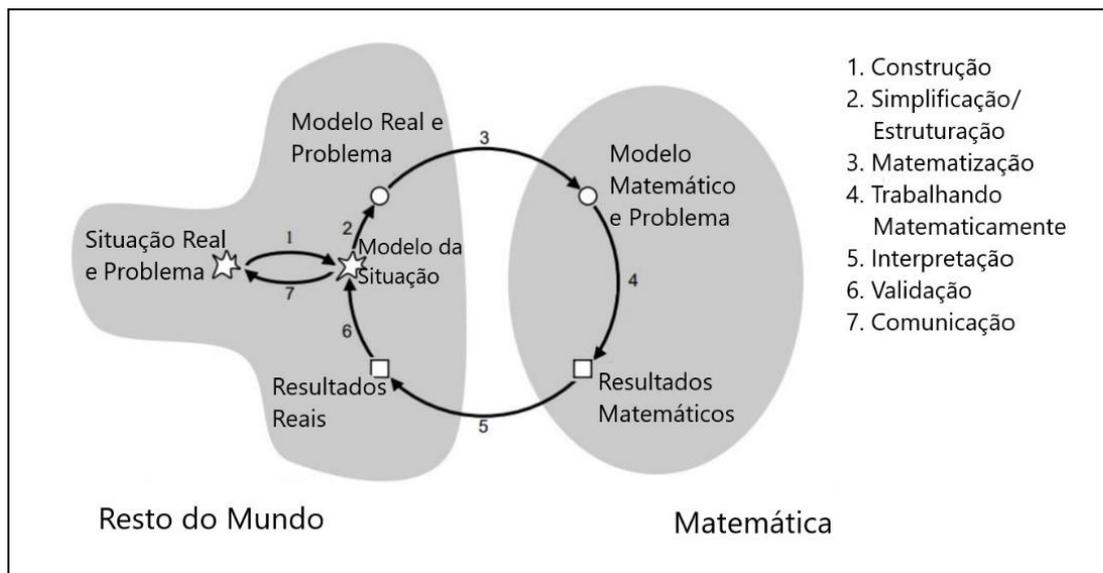
[...] como uma prática pedagógica, realizada no âmbito de um grupo, que tem como objetivo colocar os estudantes em movimento de investigação de uma situação aberta, não necessariamente matemática, com recursos matemáticos (conceitos, estratégias e modelos) (SCHRENK; VERTUAN, 2022, p. 221).

Sobre o entendimento de Modelagem Matemática como uma prática pedagógica, consideramos o que enfatizam Teodoro e Kato (2019, p. 4), quando afirmam que a prática pedagógica “não se refere apenas às ações didáticas dos docentes, mas compreende toda a relação social que entrelaça o âmbito educacional”. Assim, a Modelagem Matemática como prática pedagógica abarca a adoção da Modelagem pelo professor que planeja, realiza e reflete sua experiência com o ensino por meio da Modelagem, sempre preocupado com os processos de aprendizagem de seus estudantes, bem como com as possibilidades de leitura de mundo que as atividades podem desencadear.

1.2 MODELAGEM MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA SALA DE AULA

A literatura de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, também atenta à realização de práticas em salas de aula, apresenta alguns ciclos que explicitam como pode se desenvolver uma atividade e que se alinham à nossa compreensão desse processo (Figura 1 e Figura 2).

Figura 1 – Ciclo de Modelagem Matemática



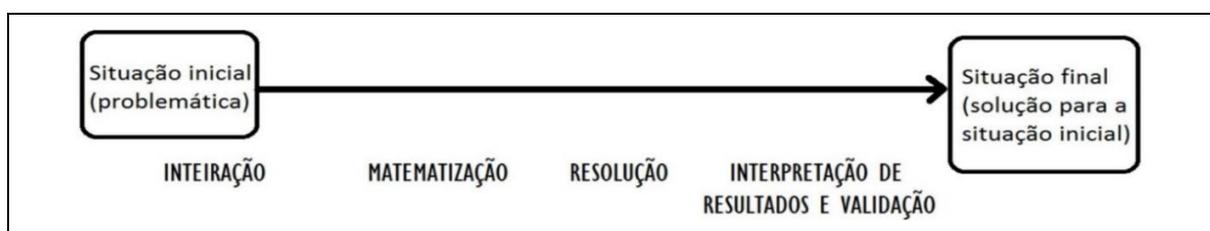
Fonte: Adaptado de Blum e Ferri (2009, p. 46, trad. nossa)

No primeiro deles, Figura 1, Blum e Ferri (2009) consideram que o ciclo de Modelagem Matemática se inicia com uma situação real e um problema associado à essa situação. Segundo os autores, é a partir do problema associado à situação real que os modeladores constroem um desenho da situação e, a partir dele, elaboram uma nova representação, “simplificada e estruturada⁵” (BLUM; FERRI, 2009, p. 46, trad. nossa), da situação, caracterizando o que os autores chamam de modelo real da situação investigada. Essa representação acaba por abarcar as associações iniciais entre a situação e a Matemática.

Na etapa de matematização, acontece a transformação do modelo real para o modelo matemático. Aqui a ação é voltada para a matemática, com a utilização de símbolos, representações e equações. Assim, trabalhando-se matematicamente, obtém-se um modelo matemático representativo da situação investigada, com potencial de ser utilizado para encontrar resultados matemáticos que, segundo os autores, precisam ser “interpretados no mundo real, como resultados reais⁶” (BLUM; FERRI, 2009, p. 47, trad. nossa). A validação, por sua vez, se dá no contexto inicial, de modo que se os resultados se mostrarem não válidos, o ciclo de Modelagem Matemática recomeça. Caso contrário o processo se encerra com a comunicação dos resultados.

Portanto, uma atividade de Modelagem Matemática suscita ações de investigação refletidas em um conjunto de procedimentos que vão desde o levantamento de informações e o uso de conceitos matemáticos e extramatemáticos para obter um modelo matemático, até o uso do modelo para interpretar, refletir e responder o problema originado da situação problemática inicial. Neste contexto, uma atividade de Modelagem Matemática, segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012), envolve fases (Figura 2) que se relacionam ao conjunto de procedimentos necessários para empreender a investigação de uma situação-problema:

Figura 2 - Fases da Modelagem Matemática



Fonte: Almeida, Silva e Vertuan, (2012, p. 15)

⁵ Tradução de: [...] “simplified, structured” (BLUM; FERRI, 2009, p. 46).

⁶ Tradução de: [...] “Are interpreted in the real world as real results” (BLUM; FERRI, 2009, p. 47).

Para os autores, uma atividade de Modelagem

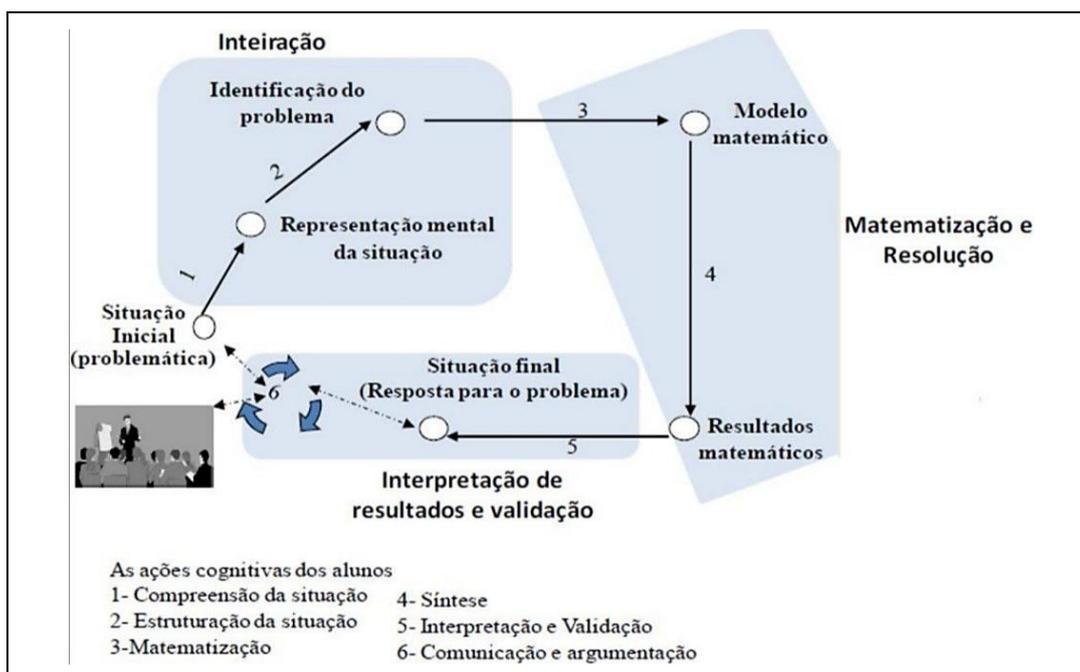
[...] inicia-se com uma situação inicial (problemática) para uma situação final desejada (que representa uma solução para a situação inicial), percorrendo fases, sendo elas: a inteiração, que é o primeiro contato com o tema da atividade, a matematização onde acontece a tradução da linguagem natural (na qual está o problema) para a linguagem matemática, a resolução do problema utilizando de artifícios, procedimentos e modelos matemáticos, e a interpretação de resultados e validação da situação-problema inicial (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 15).

Nesse sentido, consideramos importante abordar a ordem, o tempo dedicado e os obstáculos relacionados à realização dessas fases no processo de desenvolvimento de uma atividade de Modelagem pelos estudantes. Almeida e Vertuan (2016) descrevem que:

A ordem em que tais fases aparecem bem como o tempo dedicado a cada uma e os obstáculos presentes em cada uma delas dependem da dinâmica da atividade e do contexto em que a atividade é realizada. É comum e adequado, por exemplo, que as fases sejam revisitadas sempre que necessário, de modo que o desenvolvimento da atividade de Modelagem seja monitorado pelos alunos de acordo com os planos de ação estabelecidos e validados passo a passo (ALMEIDA; VERTUAN, 2016, p. 1072).

Considerando essas fases de uma atividade de Modelagem Matemática e inspirados em Blum e Ferri (2009), Almeida e Vertuan (2014) atentam para as ações cognitivas dos modeladores enquanto desenvolvem uma atividade. Segundo Almeida e Vertuan (2014, p. 6), “diante da atividade intencional, o indivíduo realiza ações cognitivas tanto implicitamente (por meio de procedimentos) como explicitamente (por meio de representações, de modo geral, simbólicas)”. A Figura 3 ilustra essas ações cognitivas no desenvolvimento da atividade de Modelagem.

Figura 3 - Fases da Modelagem Matemática e as ações cognitivas dos estudantes



Fonte: Almeida e Vertuan (2014, p. 8).

Segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012), a distinção da Modelagem Matemática em relação a outras atividades que realizam investigações está exatamente na presença desse conjunto de ações. O estudante modelador é envolvido por (e realiza) essas ações, e isso pode acontecer de maneira mais ou menos intensa, dependendo da familiarização do estudante com as atividades.

Segundo a figura 3, quando um estudante se depara com uma situação inicial, problemática, que pretende investigar, ele precisa, inicialmente, *compreender o problema* para, então, chegar à uma representação mental da situação. Esse momento “implica diversas habilidades como o entendimento da situação, interpretação de informações, agrupamento de ideias. Assim, podemos dizer que essa transição é a primeira ação cognitiva denominada compreensão da situação” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 18).

A partir dessa transição da situação inicial para a representação mental da situação, os envolvidos com a atividade de Modelagem precisam identificar o problema e definir metas para a resolução, estruturar as informações em relação à situação, ou seja, *estruturar a situação*. A *matematização* como ação cognitiva, por sua vez, é entendida como:

Uma transição que busca uma linguagem matemática evidenciando a resolução de um problema matemático, há também a elaboração de um modelo matemático que é mediada a partir de organização de partes, identificação de componentes (variáveis) e no julgamento de hipóteses que guiam a construção do modelo matemático (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 18).

Após a construção do modelo matemático com o objetivo de apresentar resultados matemáticos para o problema, há uma ação cognitiva definida como *síntese* que “requer o domínio de técnicas e procedimentos matemáticos, na qual é adequado o uso de recursos tecnológicos como software, por exemplo” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 18).

A análise de uma resposta para o problema obtido, constitui um processo avaliativo realizado pelos envolvidos com a atividade. Segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 18) “nesse processo há a necessidade de comparação e distinção de ideias, generalização de fatos e articulação de conhecimentos que envolvem diversas áreas, essa ação cognitiva é caracterizada como *interpretação e validação*”.

O desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática culmina com a *comunicação e argumentação* de uma resposta do problema, que implica:

Essencialmente o desenvolvimento de uma argumentação que possa convencer aos próprios modeladores e aqueles aos quais esses resultados são acessíveis de que a solução apresentada é razoável e é consistente, essa ação é caracterizada como comunicação e argumentação, é quando o aluno necessita expor para os outros o julgamento do valor de teorias e métodos, apresentar e justificar suas escolhas baseada em argumentos (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 19).

Seguindo os pressupostos do desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, Braz e Kato (2020) apresentam considerações sobre a utilização da Modelagem Matemática no contexto escolar:

O desenvolvimento de atividades de Modelagem pode fomentar um ambiente de aprendizagem em que os alunos engajam-se, negociam significados sobre a situação, empreendem ações e compartilham um repertório de conhecimentos matemáticos, buscando interpretações ou compreensões para a investigação de situações problema com referência na realidade (BRAZ; KATO, 2020, p. 871).

O desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática tem potencial para propiciar um ambiente que instiga os estudantes a investigarem um problema, fortalecendo aprendizagens (inclusive de modos de aprender), autonomia e competências matemáticas dos estudantes.

Almeida e Tortola (2013) destacam aspectos favoráveis à aprendizagem que se relacionam ao desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática:

A dinâmica das aulas com modelagem matemática pode fortalecer o desenvolvimento de múltiplos aspectos favoráveis à aprendizagem, incluindo-se a autonomia na resolução de problemas matemáticos característicos da realidade e a apreciação crítica do uso da Matemática nessas situações, o que se reflete na atuação do sujeito na sociedade. Além disso, a modelagem contribui para o desenvolvimento de competências matemáticas, desencadeando a retenção de tópicos matemáticos e, como consequência, a construção do conhecimento na área (ALMEIDA; TORTOLA, 2013, p. 624).

Os autores atentam que, por mais que a literatura aponte para resultados positivos para o uso da Modelagem Matemática em sala de aula, a realização dessas atividades “ainda incomoda, de certo modo, professores, estudantes e pesquisadores, pois exige desses atores uma mudança de atitude no cenário da sala de aula” (ALMEIDA; TORTOLA, 2013, p. 625).

Corroboramos com a ideia de que o ensino de matemática, “deve propiciar ao estudante refletir sobre os assuntos que o rodeiam, contribuindo para o tornar-se um sujeito crítico, participativo na sociedade em que está inserido, bem como apto a tomar decisões baseadas em dados” (SCHRENK; VERTUAN, 2022, p. 197). Nesse sentido, também de acordo com os autores, entendemos que a Modelagem “tende a potencializar a presença da reflexão, do diálogo e da crítica nas aulas de matemática, por favorecer que os estudantes passem a investigar, por meio da matemática, situações da sua vivência e interesse” (SCHRENK; VERTUAN, 2022, p. 197).

Considerando os modos de agir dos estudantes quando atuam como modeladores em atividades de Modelagem Matemática, de liberdade na busca e solução de um problema aberto (para o qual não há resposta conhecida de antemão), bem como de investigação de problemas sem roteiros definidos, e reconhecendo que tanto essa liberdade de pensar e agir, quanto o enfrentamento de problemas abertos, são características férteis de atividades no que diz respeito à manifestação e desenvolvimento da criatividade dos estudantes, é que nos dedicamos, no próximo capítulo, a discutir a criatividade no contexto educacional.

2. CRIATIVIDADE

De acordo com o dicionário Houaiss, o termo “criatividade” pode ser definido como "uma qualidade ou característica de quem [...] é criativo; inventividade; inteligência e talento, natos ou adquiridos, para criar, inventar, inovar" (CRIATIVIDADE, 2022). Embora não haja um consenso na literatura a respeito da conceitualização do termo “criatividade”, o que se percebe, nas diferentes áreas do saber e atividades humanas, é a valorização de respostas inovadoras para velhos (e novos) problemas e situações, denotando a importância de se investir, discutir e desenvolver a criatividade dos sujeitos, inclusive e principalmente, no ambiente escolar.

Pereira (2008, p. 26) nos leva a refletir a respeito da criatividade cotidiana, como aquela que acontece

[...] na família, na escola, no local do trabalho, entre outros. Sabe-se de sua importância na vida de qualquer pessoa. Em nosso cotidiano, ter atitudes criativas frente às diversas situações pode fazer a diferença. No trabalho, na escola, ou em qualquer outro ambiente, podemos usar da criatividade para resolver problemas e propor novas ideias (PEREIRA, 2008, p. 26).

Gontijo, Silva e Carvalho (2012, p. 33) também pontuam que:

O termo criatividade é polissêmico, e não há acordo quanto ao seu significado. No senso comum, há certa concordância de que a criatividade é necessária, sobretudo à vida moderna e ao mundo do trabalho, e que, portanto, a escola precisa favorecer o desenvolvimento de habilidades criativas nos estudantes (GONTIJO; SILVA; CARVALHO, 2012, p. 33).

Farias (2018, p. 49), por sua vez, entende que uma “[...] pessoa passa por um desenvolvimento e por um aprimoramento de suas habilidades criativas mediante as práticas e a formação”, sugerindo que toda pessoa pode desenvolver suas habilidades criativas quando inserida em um ambiente propício para isso. Neste contexto, entendemos que a escola pode se constituir um ambiente privilegiado para o desenvolvimento da criatividade. Para a autora:

Em síntese, pode-se afirmar que a criatividade surge do esforço, trabalho e dedicação prolongada, como também de certos traços de personalidade e características cognitivas. É necessário destacar que o processo criativo é complexo e multidimensional (FARIAS, 2018, p. 49-50).

Dentre os diferentes modelos teóricos que discutem a criatividade e abordam o fenômeno da criatividade reconhecendo a complexidade que lhe é inerente, estão aqueles modelos que consideram que a criatividade ocorre em um contexto sistêmico, sendo constituída e influenciada por diferentes aspectos que se relacionam dinâmica e mutuamente como, por exemplo, aspectos emocionais, relações sociais e influências ambientais. Dentre estes modelos,

estão a Teoria do Investimento de Sternberg, o Modelo Componencial de Amabile e a Perspectiva de Sistemas de Csikszentmihalyi.

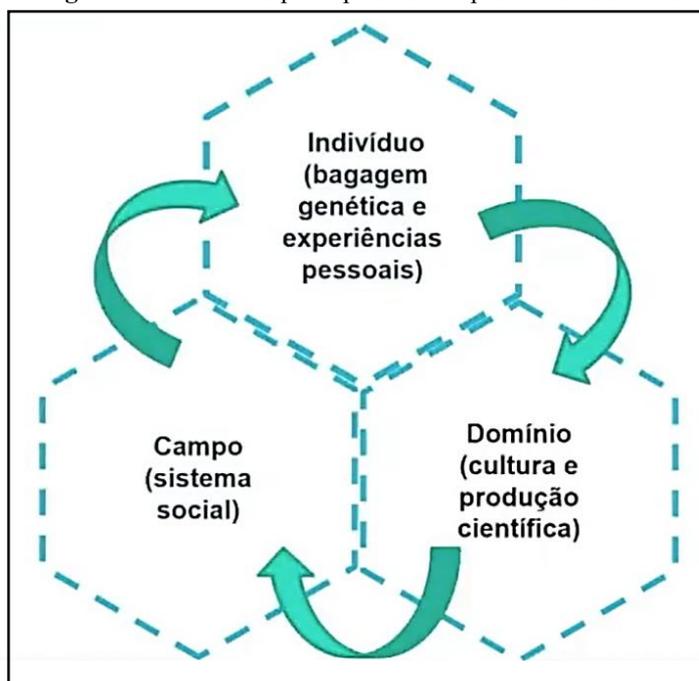
O primeiro modelo teórico, intitulado de “Teoria do Investimento em Criatividade”, foi proposto inicialmente pelo pesquisador Sternberg (1988). Resumidamente, esse modelo considera a criatividade como resultado da concordância de seis fatores distintos, porém interrelacionados: inteligência, estilos intelectuais, conhecimento, personalidade, motivação e contexto ambiental. Tais fatores, combinados de modo interativo, convergem para que haja uma expressão/produção criativa (ALENCAR; FLEITH, 2003, p. 2).

O modelo teórico proposto por Amabile é chamado de “Modelo Componencial da Criatividade”. Segundo Amabile (1996, p. 35), “um produto ou resposta será julgado como criativo na medida em que (a) é novo e apropriado, útil, correto ou de valor para a tarefa em questão, e (b) a tarefa é heurística e não algorítmica”. Nesse modelo, a pesquisadora atenta para a necessidade de a tarefa possibilitar diversos caminhos para a solução de um problema, bem como considera a originalidade e a adequação da resposta ao contexto como características a serem consideradas no julgamento do produto criativo.

Nesta pesquisa, nos alinhamos ao modelo teórico intitulado “Perspectiva de Sistemas”, desenvolvido por Csikszentmihalyi, segundo o qual o foco no desenvolvimento da criatividade está nos sistemas sociais e não apenas no indivíduo. Para Csikszentmihalyi (1996, p. 28), uma pessoa criativa é “[...] alguém cujos pensamentos ou ações mudam um domínio, ou estabelecem um novo domínio”. Nesse sentido, Farias (2018) atenta para a compreensão da criatividade segundo esse modelo teórico.

A criatividade é compreendida como um ato, ideia ou produto que modifica um domínio ou transforma em outro; ou seja, o conhecimento estruturado de uma área de domínio é compartilhado e alterado, na medida em que é aceito por quem exibe poder de decidir se é ou não criativo (FARIAS, 2018, p. 53).

Nesse modelo, considera-se a criatividade resultante de uma interação dialética entre três sistemas: Indivíduo, Domínio e Campo. Esses três sistemas, segundo o autor, interferem-se mutuamente, de modo que o indivíduo só produz criativamente se dominar uma área de produção científica; e a produção criativa só é assim considerada se o campo, ou seja, o sistema social no qual o indivíduo está inserido assim avalia. A figura 4 exemplifica essa interação.

Figura 4 - Elementos principais da Perspectiva de Sistemas

Fonte: Gontijo, 2020⁷

Em relação ao indivíduo, é preciso considerar que a criatividade está associada às experiências pessoais do sujeito, bem como ao modo como ele reage aos estímulos do meio em que vive.

O domínio envolve os aspectos culturais, como o conhecimento acumulado em uma área específica, conhecimento compartilhável e acessível, como por exemplo, a Matemática ou a Educação Matemática.

Por fim, tem-se o campo, que está relacionado ao sistema social, ou ainda, ao grupo social que legitima ou avalia se determinada ideia, ação ou produto, pode ser considerada criativa. Pode ser um professor ao avaliar a produção de seus alunos, um pesquisador ao avaliar os dados de uma pesquisa, um conjunto de pessoas avaliando uma propaganda, enfim, depende do contexto e do domínio.

É na relação destas três dimensões, também no âmbito escolar, que acontece a atividade criativa dos estudantes, considerando suas experiências, seus conhecimentos, habilidades e limitações, ponderando a cultura e o contexto no qual estão inseridos; assim como o ambiente de proposição da atividade, o contexto da sala de aula; e analisando o campo da

⁷ Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=6sRkhq16wbM&t=782s>>. Acesso em: 11/01/2023.

disciplina que acontece a atividade de formulação e resolução de problemas, a Modelagem Matemática e as aulas de Matemática, no caso específico dessa pesquisa.

Seguindo esses pressupostos, Alencar e Cavalcanti (2018), citando o próprio Mihaly Csikszentmihalyi, explicam esse modelo teórico de criatividade:

Mihaly então preconiza um modelo ativo que busca entender melhor o ato criativo e sugere a interação de uma tríade que se inter-relaciona constantemente iniciada pelo indivíduo (ser criativo), o domínio (um composto estável inerente à área ou ao conhecimento), campo (audiência que legitima a ideia e a insere no domínio). Cada um desses três elementos tem a sua devida importância dentro do sistema e esta interação é suficiente para explicar o ser criativo (ALENCAR; CAVALCANTI, 2018, p. 3).

Portanto, é nessa complexa interação entre as dimensões e entre os diferentes sujeitos que compartilham a atividade de Modelagem Matemática. Segundo Alencar e Fleith (2003), a Perspectiva de Sistemas defende a ideia de que o foco das investigações precisa estar nos sistemas sociais e não apenas no indivíduo. Nessa perspectiva, a questão mais importante em criatividade é onde há criatividade e não quem e o que é criativo. Como explica Gontijo (2007 p. 156), “os estímulos que as pessoas recebem podem produzir diferenças em suas produções criativas, levando umas a terem uma grande produção, enquanto outros, não”.

Em consonância com esses autores, acredita-se que esse modelo de criatividade é o que mais se ajusta à presente pesquisa, pois consideramos a criatividade desenvolvida pelo indivíduo que trabalha em conjunto com outros indivíduos; em um domínio de conhecimento específico, no caso, os conhecimentos matemáticos e os conhecimentos de temas extra matemáticos relacionados às suas vivências; e, principalmente, o sistema social em que estão inseridos, um espaço escolar específico em que as atividades provocadoras da ação dos estudantes para a aprendizagem matemática é uma prática pedagógica específica, a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.

Entendemos que a escola, como espaço privilegiado para o desenvolvimento da criatividade, precisa buscar subsídios para favorecer manifestações da criatividade pelos estudantes. Contudo, conforme destacam Alencar e Fleith (2003), a sala de aula como ambiente social e cultural, apesar de possuir um papel importante para estimular a criatividade, pode, também, inibir o envolvimento do indivíduo em uma área de conhecimento ou domínio e conseqüentemente o desenvolvimento dessa criatividade. No que diz respeito à Criatividade no Ensino de Matemática, ou mesmo na Matemática, apresentamos, na próxima seção do texto, algumas pesquisas que tratam da criatividade em matemática e do pensamento criativo.

2.1 A CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA E AS CARACTERÍSTICAS DO PENSAMENTO CRIATIVO

No que se refere às discussões voltadas para a criatividade em matemática, também são diferentes os entendimentos encontrados na literatura. Vale e Barbosa (2015, p. 103, trad. nossa) afirmam que “definir a criatividade matemática é uma tarefa muito complexa. Argumenta-se que começa com curiosidade e envolve os alunos na exploração e experimentação, envolvendo imaginação e originalidade”⁸.

Do ponto de vista teórico, todavia, apesar da dificuldade de conceituar a criatividade em matemática e da variedade de elementos que podem ser considerados nessa conceituação, nos alinhamos a um dentre tantos entendimentos sobre a criatividade em matemática. Segundo Gontijo (2007, p. 37), a criatividade em matemática pode ser definida como

[...] 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. (GONTIJO, 2007, p. 37).

Na definição apresentada, o autor se inspira e utiliza aspectos do pensamento criativo cujos conceitos foram desenvolvidos por Guilford: originalidade, fluência e flexibilidade. Segundo Guilford (1967, p. 109) “a fluência de ideias está associada à capacidade de se elaborar uma lista de diversas soluções, e assim ampliar as possibilidades de se escolher as mais pertinentes”.

Em relação ao entendimento de flexibilidade, Guilford (1967, p. 111) afirma que “ela envolve a capacidade de abstração no sentido de se buscar e alocar informações em um maior número de classes e subclasses, ampliando-se a possibilidade de encontrar diferentes soluções”.

A originalidade, para Guilford (1967, p. 112), “está associada à flexibilidade e se constitui numa qualidade relacionada à apresentação de algo incomum e pode ser determinada através do critério de raridade estatística e de sagacidade”. Além da fluência, da flexibilidade e da originalidade, Guilford (1967, p. 108-114) diz que “a elaboração, a redefinição e a

⁸ Tradução de: “[...] Defining mathematical creativity is a very complex task. It is argued that it begins with curiosity and engages students in exploration and experimentation, involving imagination and originality” (VALE; BARBOSA, 2015, p. 103).

sensibilidade para problemas se constituem em outras habilidades relacionadas ao pensamento criativo”.

Vale e Barbora (2015) também explicam cada um destes aspectos considerando o contexto da sala de aula:

Fluência é a capacidade de gerar um grande número de soluções diferentes para a mesma tarefa. A flexibilidade é a capacidade de produzir uma variedade de ideias diferentes sobre o mesmo problema, organizado em várias categorias. Originalidade é a capacidade de criar ideias que foram identificados como únicos em comparação com alunos do mesmo grupo (VALE; BARBOSA, 2015, p. 103, trad. nossa⁹).

Neste contexto, Gontijo (2007) apresenta seu entendimento dos aspectos do pensamento criativo, segundo os quais, para o autor, é possível caracterizar a criatividade em matemática:

Abundância ou quantidade de ideias diferentes produzidas sobre um mesmo assunto (fluência), pela capacidade de alterar o pensamento ou conceber diferentes categorias de respostas (flexibilidade), por apresentar respostas infrequentes ou incomuns (originalidade) e por apresentar grande quantidade de detalhes em uma ideia (elaboração) (GONTIJO, 2007, p. 37).

O conceito de fluência diz respeito, segundo Alencar e Fleith (2003, p. 27), “a habilidade do indivíduo para gerar um número relativamente grande de ideias na área de atuação”. Em uma atividade, por exemplo, poderia ser o detalhamento realizado na solução de um problema e a apresentação de diferentes soluções.

Já a flexibilidade é caracterizada, segundo Dal Pasquale Junior (2019, p. 50) como “a ação do indivíduo de fazer inúmeras mudanças na forma como uma situação ou problema é tomado”. Quando estamos em momentos em que precisamos mudar nosso ponto de vista sobre uma determinada situação, com objetivo de concluí-la, por exemplo, empreendemos a flexibilidade.

A originalidade, por sua vez, é definida como a produção de respostas incomuns. Alencar e Fleith (2003, p. 63) afirmam que “para compreender por que, quando e como novas ideias são produzidas, é necessário considerar tanto variáveis internas, quanto variáveis

⁹ Tradução de: “[...] Fluency is the ability to generate a large number of different solutions obtained by the student for the same task. The flexibility is the ability to produce a variety of different ideas about the same problem, organized in various categories. Originality is the ability to create ideas that have been identified as unique as compared to students in the same group” (VALE; BARBOSA, 2015, p. 103).

externas ao indivíduo”. Por exemplo, em diversos grupos de estudantes, a produção de um ou mais grupos são consideradas originais, se apresentarem respostas incomuns as dos demais.

E por fim, o conceito de elaboração, segundo Alencar e Fleith (2003, p. 29) “consiste na facilidade em acrescentar uma variedade de detalhes a uma informação”, como quando os estudantes apresentam de modo organizado e de modo elaborado uma resolução.

Na Figura 5 apresentamos essas quatro características do pensamento criativo.

Figura 5 - Características do Pensamento Criativo



Fonte: Os autores

Consideramos nessa pesquisa que essas quatro ações, fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração, caracterizam a criatividade em matemática e podem lançar luz à análise da formulação de produções em Modelagem Matemática, mais especificamente, no momento de formulação de problemas. Reconhecemos, todavia, que lançamos inferências sobre a presença destes aspectos da criatividade em matemática a partir das manifestações pontuais dos estudantes em um momento específico da atividade de Modelagem e que não dizemos “de estudantes com fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração”, mas, sim, de produções que denotam a possibilidade da emergência destes aspectos na atividade.

Considerando a fundamentação teórica relacionada à pesquisa e levando em consideração a intenção de investigar como se dá a criatividade em matemática de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental na formulação de problemas quando desenvolvem atividades de Modelagem Matemática, apresentamos, no próximo capítulo, algumas convergências de três referenciais: Criatividade, Modelagem Matemática e Formulação de Problemas.

3. CRIATIVIDADE, MODELAGEM MATEMÁTICA E FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

No presente capítulo apresentamos algumas convergências entre Modelagem Matemática e Criatividade, atentando para uma ação específica e de extrema importância em uma atividade de Modelagem: a formulação de problemas. Para isso, recorreremos à literatura que diz da formulação de problemas e à literatura que trata desse assunto tanto no âmbito da Modelagem Matemática quanto da Criatividade.

Para Onuchic e Allevato (2011, p. 81), problema “é tudo aquilo que não se sabe fazer, mas que se está interessado em fazer”. Diante desse contexto, consideramos que um “problema”, no contexto da Educação Matemática e em uma aula de Matemática, é um tipo de atividade para a qual os estudantes não têm ideias de resolução determinadas à priori, mas que por algum motivo precisam ou se dedicam a investigar.

Para Kantowski (1977, p. 163), “um indivíduo é confrontado com um problema quando encontra uma pergunta que ele não pode responder ou uma situação que ele não consegue resolver usando o conhecimento imediatamente disponível para ele”. Neste contexto, Boavida *et al.* (2008) afirmam que:

Tem-se um problema quando se está perante uma situação que não pode resolver-se utilizando processos conhecidos e estandardizados; quando é necessário encontrar um caminho para chegar à solução e está procura envolver a utilização do que se designa por estratégias. Caso contrário, isto é, se a situação pode ser resolvida utilizando processos para nós conhecidos, repetitivos ou mecanizados, que conduzem à solução, estamos perante um exercício (BOAVIDA *et al.*, 2008, p. 15).

Lima e Segadas (2015) também discutem a importância da prática de formulação de problemas nas aulas regulares de matemática. Para as autoras,

[...] a atividade de formular problemas pelo próprio aluno é fundamental nas aulas de matemática. Acreditamos que através dela poderemos observar se um aluno compreende o que é um problema. Dessa maneira, possibilita que ele formule, construa e discuta problemas, desenvolvendo outras habilidades (LIMA; SEGADAS, 2015, p. 50).

Gontijo (2006) reforça que a ação de formular um problema, por mais simples que seja, “poderá despertar o interesse pela atividade matemática se proporcionar ao aluno o gosto pela descoberta da resolução, estimulando, assim, a curiosidade, a criatividade e o aprimoramento do raciocínio, ampliando o conhecimento matemático” (GONTIJO, 2006, p. 7). Por conta das possibilidades para o contexto escolar associadas à atividade de formulação de problemas, o tema também figura na Base Nacional Comum Curricular, que apresenta quais são os objetivos para a área de Matemática no Ensino Fundamental: “compreensão de conceitos e procedimentos em seus diferentes campos e no desenvolvimento do pensamento computacional, visando a resolução e formulação de problemas em contextos diversos” (BRASIL, 2019, p. 471).

Relacionado ao contexto da Modelagem Matemática na Educação Matemática, corroboramos com o entendimento de Souza e Malheiros (2019, p. 2) que apresentam “a Modelagem em Educação Matemática como uma abordagem pedagógica que trabalha com problemas abertos, provenientes do cotidiano dos estudantes, tendo o intuito compreender uma determinada situação com o auxílio da Matemática”.

Veronez, Castro e Martins (2018, p. 224), expõem que “[...] um problema em Modelagem Matemática corresponde a algo cuja resposta não é conhecida, mas que se deseja conhecer. Também carrega características do contexto em que emergiu e as condições que o colocaram nesta posição de problema”. Veronez, Castro e Martins (2018) destacam que o problema em Modelagem carrega características do contexto em que emergiu, porque em Modelagem Matemática, os problemas são geralmente elaborados pelos estudantes, dados os seus interesses e seus conhecimentos sobre o tema e sobre matemática.

É importante ressaltar o quão complexo é a atividade de formular problemas, inclusive e principalmente no âmbito da Modelagem Matemática. Spinillo et al (2017, p. 932) expõe que fazer Modelagem Matemática “é um desafio para o aluno, pois além da pouca familiaridade com atividades de Modelagem Matemática, tem que lidar com outras competências que vão além do conhecimento matemático”.

A dificuldade dos estudantes em formular problemas de matemática também pode estar relacionada à não cotidianidade dessa prática em sala de aula. Ao contrário, os estudantes estão acostumados com os ditos “exercícios”, que além de geralmente exigirem pouco raciocínio, já apresentam enunciados prontos, com todos os dados disponíveis, para os quais os estudantes só precisam achar uma solução, geralmente única e relativamente imediata. Em Modelagem, diferentemente, “os problemas [...] centram-se numa situação real e requerem uma

transferência exigente entre o mundo real e a matemática” (ELFRINGHOFF, SCHUKAJLOW, 2021, p. 10, trad. nossa¹⁰).

Deste modo, consideramos de suma importância a formulação de problemas no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática. Setti, Waideman e Vertuan (2021) atentam que “a ação de elaborar um problema no contexto da Modelagem Matemática se caracteriza como uma situação primordial. No entanto, por sua vez, a ação de elaborar problemas, em qualquer contexto, não se configura como uma ação trivial” (SETTI; WAIDEMAN; VERTUAN, 2021, p. 963).

Considerando a concordância da Modelagem Matemática com a formulação de problemas, Fonteque, Setti e Vertuan (2017) afirmam:

O ato de elaborar um problema por parte dos alunos pode acontecer de diferentes maneiras, em diferentes situações e com diferentes intensidades. Ou seja, o aluno pode participar da escolha do tema, de sua problematização, ou ainda, na reformulação ou elaboração de outros problemas a partir de um problema apresentado a priori pelo professor (FONTEQUE; SETTI; VERTUAN, 2017, p. 5).

Neste contexto, Setti, Waideman e Vertuan (2021) apresentam alguns componentes na ação de formular um problema.

1. componente do conhecimento prévio do que os alunos já sabem da situação investigada e das várias vertentes que podem abarcar e encaminhamentos pelos quais os estudantes podem se enveredar;
2. componente dos entendimentos iniciais, concepções do que seria um problema, um problema de Modelagem, do que seria Modelagem;
3. componente do conhecimento matemático, do que se sabe sobre os conteúdos matemáticos que se vislumbra utilizar para investigar a situação;
4. componente do contexto da atividade, como quando os estudantes buscam construir um problema original e diferente do que os outros estudantes apresentarão;
5. componente do trabalho em grupo, no sentido de como as pessoas lidam umas com as outras em uma situação de investigação (SETTI; WAIDEMAN; VERTUAN, 2021, p. 977-978).

Segundo Viana e Vertuan (2019, p. 4) “a abordagem de problemas que possam apresentar inúmeras respostas e formas de resolução; que sejam problemas abertos; e que exijam um esforço matemático não trivial” é uma iniciativa que parece possibilitar o uso e a manifestação da criatividade dos estudantes. As atividades de Modelagem Matemática, segundo os autores, apresentam essas características.

Pereira (2008) apresenta uma síntese de relações “entre a criatividade e a Modelagem Matemática relacionando aspectos trabalhados em atividades desenvolvidas por meio da

¹⁰ Tradução de: “Modelling problems are centered on a real situation and require a demanding transfer between the real world and mathematics” (ELFRINGHOF; SCHUKAJLOW, 2021, p. 10).

Modelagem Matemática que contribuem para o desenvolvimento da criatividade” (PEREIRA, 2008, p. 96). Segundo a autora:

A Modelagem Matemática propicia a criatividade quando... a) ao organizar trabalhos em grupos, proporciona a interação entre os estudantes, estimulando a colaboração entre eles, a independência e a autonomia para resolver problemas e tomar decisões; b) envolve situações da realidade em que o grupo poderá estabelecer relações com a Matemática que talvez aparentemente não sejam perceptíveis. Para isso terá que utilizar as características do pensamento criativo, tais como, a fluência, a originalidade, a complexidade, entre outras; c) as atividades representam interesses dos estudantes, mais que do professor causando maior motivação e envolvimento para a realização das tarefas; d) os modos de proceder e encaminhar a atividade são heurísticos, isto é, não se têm de antemão modelos prontos a serem seguidos (PEREIRA, 2008, p. 96).

Para além dos aspectos apontados por Pereira (2008), Bliss e Libertini (2006) trazem à discussão o trabalho em equipe e o quão importante é esse trabalho no momento de formulação de um problema de Modelagem Matemática.

A MODELAGEM NÃO ACONTECE NO ISOLAMENTO. Quer os alunos estejam trabalhando em equipes, compartilhando ideias com toda a turma ou acessando a Internet para fazer pesquisas ou coletar dados, modelar não é trabalhar no vácuo. Os problemas são desafiadores e ajudam a saber que você tem apoio ao buscar respostas (BLISS; LIBERTINI, 2006, p. 21, trad. nossa¹¹).

Burak e Klüber (2007) destacam o que consideram essencial na atividade de Modelagem Matemática para a emergência da criatividade: a liberdade. Segundo os autores:

Ao relacionar aspectos da criatividade com o método da Modelagem Matemática, percebeu-se algumas variáveis que podem influenciar esse tipo de comportamento dos grupos envolvidos; a mudança de postura do professor, o tema que é de interesse do grupo, o papel que o professor passa a desempenhar no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, a liberdade, como síntese de todas essas variáveis, parece constituir-se no fator determinante da criatividade (BURAK; KLÜBER, 2007, p. 13).

Dal Pasquale Junior (2019), ao investigar os momentos de geração de ideias em atividades de Modelagem Matemática, evidencia que

[...] atividades de Modelagem estimulam não apenas a geração de ideias, mas também ideias inovadoras quando os alunos têm afinidade e experiência com o tema proposto. Dividindo o processo de Modelagem Matemática em fases, como propõem Almeida, Silva e Vertuan (2012), a geração de ideias acontece predominantemente durante a fase da inteiração (DAL PASQUALE JUNIOR, 2019, p. 186).

Isso porque, é na fase de inteiração com o tema extramatemático que os estudantes lançam mão dos conhecimentos que têm sobre o tema e sobre a matemática, para construir e estimar diferentes possibilidades de encaminhamento de investigação, até que um

¹¹ Tradução de: “MODELING DOES NOT HAPPEN IN ISOLATION. Whether students are working in teams, sharing ideas with the whole class, or going online to do research or collect data, modeling is not about working in a vacuum. The problems are challenging, and it helps to know you have support as you seek answers” (BLISS; LIBERTINI, 2006, p. 21).

encaminhamento é encabeçado no desenvolvimento da atividade. De todo modo, a geração de ideias também se manifesta em outras fases da atividade de Modelagem, sempre que os estudantes precisam superar um obstáculo, repensar uma estratégia ou complementar uma resolução (DAL PASQUALE JUNIOR, 2019).

Em outra pesquisa, Giraldi (2020) evidencia uma compreensão relacionada à criatividade e às atividades de Modelagem Matemática. Para a autora,

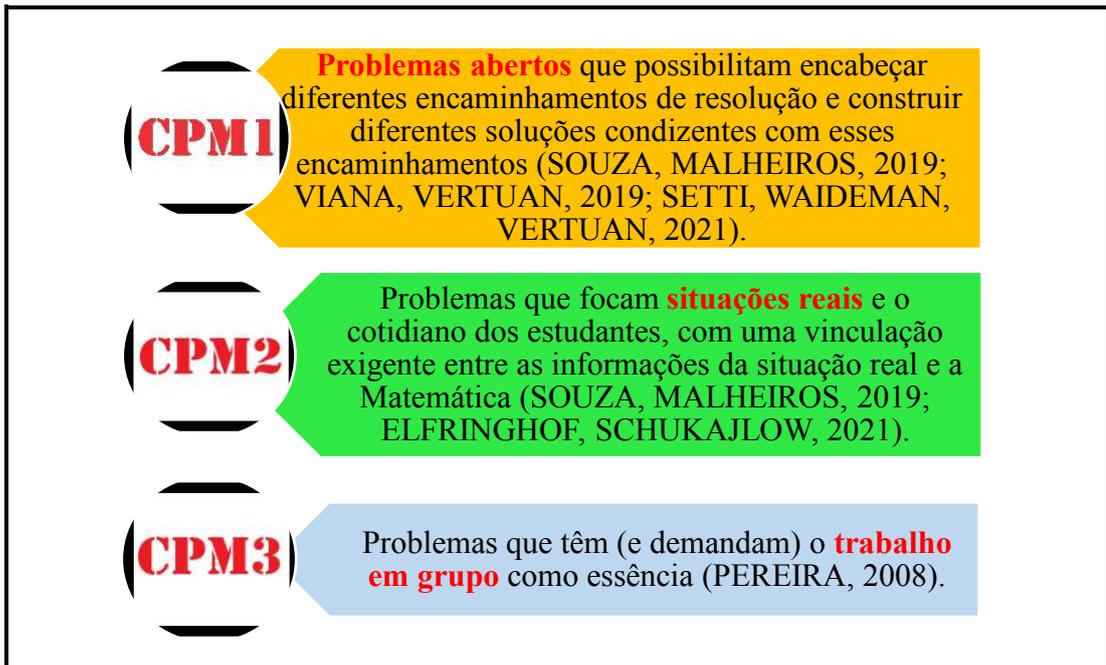
[...] a criatividade em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática é a expressão de decisões e ações eventuais (às vezes inesperadas), que resultam em ideias, respostas, modelos novos, ou pelo menos infrequentes, e que cumprem o propósito de uma investigação, solucionando problemas com tarefas em aberto e de perspectiva heurística (GIRALDI, 2020, p. 126).

Ao discutir aspectos da criatividade em atividades de Modelagem Matemática, Viana (2020) observa a ocorrência de manifestações da criatividade dos alunos quando são estimulados intencionalmente pelo professor. Para o autor:

I) Aspectos cognitivos revelados pelas ações dos alunos nas atividades de Modelagem indicam uma relação destes elementos com o uso das estratégias de Criatividade;
II) A intervenção direta do professor com base no uso de estratégias de estímulo tende a potencializar e oportunizar novas manifestações de Criatividade nas atividades de Modelagem (VIANA, 2020, p. 150).

A partir do exposto sobre Criatividade, Modelagem Matemática e Formulação de Problemas, bem como entendendo a importância da formulação de problemas no contexto do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática e, conseqüentemente, aspectos de criatividade presentes nesse processo, é que sintetizamos algumas das características de um problema de Modelagem Matemática (CPM) (Figura 6).

Figura 6 - Características de um problema de Modelagem Matemática



Fonte: Os autores

Portanto, buscamos investigar qual criatividade emerge quando estudantes de três sextos anos de uma escola pública do norte do Paraná formulam problemas de Modelagem, atentando para as características apresentadas acima, e desenvolvem investigações a partir deles. No próximo capítulo, apresentamos os encaminhamentos metodológicos da pesquisa.

4. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Abordamos, nesse capítulo, o delineamento dos procedimentos realizados na pesquisa, que tem como objetivo analisar a criatividade de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental no momento da formulação de problemas em atividades de Modelagem Matemática, em termos dos aspectos da criatividade revelados nesse momento da atividade. Expomos, inicialmente, a natureza qualitativa, o contexto e os sujeitos participantes da pesquisa. Em seguida, apresentamos as atividades desenvolvidas no processo de produção e coleta de dados e discorremos sobre os procedimentos adotados no momento da produção, da coleta e da análise dos dados.

4.1 NATUREZA DA PESQUISA

A abordagem metodológica dessa pesquisa é qualitativa. Nesse tipo de pesquisa, para Bogdan e Biklen (1994), “o objetivo principal do investigador é o de construir conhecimento, não o de dar opiniões sobre determinado contexto” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 67). Além disso, “na investigação qualitativa em educação, o investigador comporta-se mais de acordo com o viajante que não planeja do que com aquele que o faz meticulosamente” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 83).

Os autores apontam cinco características que são fundamentais para o desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa. Salientamos, todavia, que algumas dessas características podem estar mais ou menos presentes e com intensidades diferentes em uma dada pesquisa. São características da pesquisa qualitativa:

(1) Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; (2) A investigação qualitativa é descritiva; (3) Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; (4) Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; (5) O significado é de importância vital na abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47-51).

A fonte de dados da presente pesquisa são os registros escritos produzidos pelos estudantes durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, em três turmas de 6º ano, durante aulas regulares de matemática, em um Colégio Estadual no Norte do Paraná, bem como os áudios de suas discussões nesse processo. Buscamos descrever os dados produzidos na pesquisa a partir dos registros dos estudantes, das filmagens, áudios, fotografias,

buscando indícios e relações que abarquem o nosso fenômeno de interesse, sempre sustentados pelos referenciais da presente pesquisa.

Como pesquisadores qualitativos, buscamos coletar os dados, descrevê-los, analisá-los à luz da questão de pesquisa e demonstrar, de forma indutiva, com base nos registros dos estudantes e focando mais o processo do que o produto, as relações dos dados com o referencial teórico.

Durante a análise dos dados, procuramos dar uma atenção especial à interpretação dos estudantes (áudios captados e atividade escrita) a partir de suas perspectivas, com o objetivo de identificar e compreender os aspectos de criatividade suscitados pela ação dos alunos no momento da formulação de problemas de Modelagem Matemática.

Esta pesquisa propõe-se a investigar, portanto, *“como se manifesta a criatividade de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental na formulação de problemas em atividades de Modelagem Matemática”*.

4.2 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa são estudantes de três turmas de 6º ano do Ensino Fundamental, de um Colégio Estadual localizado no norte do Paraná, em um distrito do município de Bela Vista do Paraíso. O município, que tem como principal atividade econômica a agricultura, continha, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no último censo em 2010, 15 079 habitantes.

O colégio faz parte do Núcleo Regional de Educação de Londrina, que por sua vez, congrega as escolas das cidades de Alvorada do Sul, Bela Vista do Paraíso, Cafeara, Cambé, Centenário do Sul, Florestópolis, Guaraci, Ibiporã, Jaguapitã, Londrina, Lupionópolis, Miraselva, Pitangueiras, Porecatu, Prado Ferreira, Primeiro de Maio, Rolândia, Sertanópolis e Tamarana.

A escolha pelas turmas participantes da pesquisa deve-se ao fato de que a pesquisadora era, no momento da produção e coleta dos dados, também professora de Matemática das respectivas turmas. Todos os estudantes das três turmas participaram do desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática, independente de participarem da presente pesquisa, até mesmo porque a direção do Colégio autorizou o desenvolvimento das atividades (Apêndice A) para fins da pesquisa no contexto regular das aulas.

Neste contexto, dentre os 83 estudantes das turmas, obtivemos os termos de consentimento livre e esclarecido (Apêndice B) dos responsáveis de 65 deles, para que pudéssemos fazer o uso da gravação de vídeos, áudios, fotografias e registros escritos dos alunos no contexto específico da investigação.

As atividades de Modelagem Matemática foram realizadas entre os meses de novembro e dezembro de 2021, de modo que as práticas de Modelagem intercalavam-se e relacionavam-se às demais atividades da disciplina de Matemática, tais como avaliações e momentos de discussão de conteúdos específicos correspondentes ao nível escolar dos estudantes. Os estudantes, em sua maioria, foram participativos, colaborativos e comprometidos, engajando-se nas discussões empreendidas no decorrer das atividades.

Neste contexto, foram desenvolvidas três atividades de Modelagem Matemática em cada uma das três turmas de 6º ano. Salientamos que todas as atividades foram desenvolvidas no horário regular de aula e que os estudantes as realizavam organizados em grupos, pois “atividades de Modelagem Matemática são essencialmente cooperativas” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 25) e o trabalho em grupo pode desencadear manifestações e compreensões construídas coletivamente, a partir da necessidade de comunicação estabelecida pelo trabalho compartilhado.

A primeira atividade, *O preparo do café*, e a segunda atividade, *A evolução da barriga de grávida*, foram temas escolhidos pela professora e contavam com um vídeo introdutório, que tinha como objetivo gerar discussões sobre os temas. Já a terceira e última atividade, *A produção de Slime*, foi um tema escolhido e uma atividade desenvolvida inteiramente pelos estudantes.

Reconhecemos, todavia, a importância de que atividades de Modelagem Matemática não sejam realizadas esporadicamente, nem mesmo por um único professor e em uma série escolar localizada, mas que se torne, sempre que possível, prática constante vivenciada pelos estudantes durante sua trajetória escolar. Desse modo, é que os estudantes ficarão cada vez mais familiarizados com esse tipo de atividade.

4.3 PRODUÇÃO E COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados foi utilizado tanto o celular da professora, com o objetivo de captar imagens e vídeos dos estudantes desenvolvendo as atividades, quanto cinco gravadores de áudio para captar as discussões nos grupos durante o desenvolvimento das atividades.

A pesquisadora também fez o uso de um diário de campo, com o objetivo de anotar as ações dos estudantes, algumas de suas falas, bem como reflexões suscitadas durante o desenvolvimento das atividades. Por fim, foram utilizados os registros escritos dos estudantes produzidos durante a realização das atividades.

Além destes instrumentos de coleta de dados, foram utilizados instrumentos que auxiliaram no desenvolvimento das atividades de Modelagem, como por exemplo, quadro, giz, notebook, Tv-Pendrive, bexigas, compressor de ar, bomba de ar, fita métrica, cola branca, cola transparente, água boricada, bicarbonato de sódio, sabão líquido, dentre outros.

4.4 SOBRE A DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

No momento de descrição e análise dos dados optamos por realizar de forma descritiva e interpretativa, ou seja, descrevemos os dados e, na mesma seção do texto, lançamos as nossas análises, com o propósito de apresentar relações entre o referencial teórico adotado na presente pesquisa e os registros dos estudantes, com o objetivo de respaldar as nossas inferências.

Primeiramente, apresentamos como os estudantes foram “convidados” a investigar o tema da atividade de Modelagem e quais foram as primeiras ações desenvolvidas por eles. Esse momento inicial é caracterizado por Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 15) como inteiração, sendo esse “o primeiro contato com o tema da atividade”. Nesse momento, tecemos indagações que geraram discussões, definições de metas e a compreensão da situação. Esse momento de provocação acerca de um tema acontece, no caso das duas primeiras atividades, com a entrega de uma folha de atividade, considerada por nós como uma folha-convite, no sentido de funcionar como um disparador de reflexões sobre o tema.

A partir das discussões empreendidas na turma, os estudantes eram provocados a formularem um problema relativo àquela discussão e àquele tema. Nesse momento de formulação do problema, entendemos, evidenciam-se também aspectos que se relacionam à segunda fase de uma atividade de Modelagem Matemática, caracterizada por matematização, que segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 15) é o momento em que “acontece a tradução da linguagem natural (na qual está o problema) para a linguagem matemática”. Isso porque o problema de Modelagem Matemática elaborado pode incutir o vislumbre dos alunos de como a matemática será utilizada (e quais matemáticas serão) na investigação do problema.

Embora cada atividade de Modelagem tenha sido finalizada e realizada por completo em sala de aula, neste relatório de pesquisa nos dedicamos ao momento da atividade sobre o qual incide nosso interesse, a formulação de problemas pelos alunos.

Desse modo, de posse dos dados, realizamos a sua organização, separando os registros dos estudantes por atividade e, em seguida, codificando os dados por turma, fazendo uma lista com os nomes dos estudantes por ordem alfabética e lhe atribuindo um código para identificarmos cada sujeito, de acordo com a turma e o grupo que constituía.

Separadamente por turma, do sexto ano A, de A1, já no sexto ano B, de B1 e na turma do sexto ano C, de C1. Em seguida, separamos esses alunos de acordo com seus respectivos grupos. Por exemplo, o aluno A1G2, refere-se ao primeiro aluno da lista de presença do sexto ano A, que constituiu o grupo de número dois. Por fim, o código P foi atribuído à professora, também pesquisadora na ocasião da produção dos dados. Nos Quadros 2, 3 e 4 mostramos as datas das realizações das atividades em cada turma, bem como a composição dos grupos em cada situação.

Quadro 1 - Organização da primeira atividade desenvolvida

Tema da atividade:	1ª Atividade: O preparo do café	
Data da realização:	18/11/2021 (Duas horas/aula)	
Quantidade de alunos participantes e seus respectivos grupos:	6º ano A: 25 alunos	
	G1 (3 ALUNOS): A14G1; A15G1; A19G1	G2 (3 ALUNOS): A1G2; A8G2; A17G2
	G3 (5 ALUNOS): A2G3; A4G3; A7G3; A13G3; A25G3	G4 (4 ALUNOS): A12G4; A18G4; A21G4; A22G4
	G5 (6 ALUNOS): A3G5; A6G5; A9G5; A11G5; A20G5; A23G5	G6 (4 ALUNOS): A5G6; A10G6; A16G6; A24G6
Tema da atividade:	1ª Atividade: O preparo do café	
Data da realização:	18/11/2021 (Duas horas/aula)	
Quantidade de alunos participantes e seus respectivos grupos:	6º ano B: 22 alunos	
	G7 (4 ALUNOS):	G8 (5ALUNOS):

	B9G7; B11G7; B14G7; B21G7	B3G8; B5G8; B6G8; B7G8; B16G8
	G9 (4 ALUNOS): B1G9; B2G9; B8G9; B13G9	G10 (4 ALUNOS): B15G10; B19G10; B20G10; B22G10
	G11 (5 ALUNOS): B4G11; B10G11; B12G11; B17G11; B18G11	
Tema da atividade:	1ª Atividade: O preparo do café	
Data da realização:	19/11/2021 (Duas horas/aula)	
Quantidade de alunos participantes e seus respectivos grupos:	6º ano C: 18 alunos	
	G12 (6 ALUNOS): C2G12; C4G12; C9G12; C16G12; C17G12; C18G12	G13 (4 ALUNOS): C3G13; C8G13; C13G13; C14G13
	G14 (4 ALUNOS): C1G14; C5G14; C10G14; C11G14	G15 (4 ALUNOS): C6G15; C7G15; C12G15; C15G15

Fonte: Os autores

Quadro 2 - Organização da segunda atividade desenvolvida

Tema da atividade:	2ª Atividade: A evolução da barriga de grávida	
Data da realização:	25/11/2021 (Duas horas/aula)	
Quantidade de alunos participantes e seus respectivos grupos:	6º ano A: 25 alunos	
	G1 (5 ALUNOS): A12G1; A14G1; A15G1; A21G1; A22G1	G2 (7 ALUNOS): A3G2; A6G2; A9G2; A11G2; A19G2; A20G3; A23G2
	G3 (5 ALUNOS): A1G3; A8G3; A17G3; A18G3; A25G3	G4 (4 ALUNOS): A2G4; A4G4; A7G4; A13G4
	G5 (4 ALUNOS): A5G5; A10G5; A16G5; A24G5	
Tema da atividade:	2ª Atividade: A evolução da barriga de grávida	
Data da realização:	25/11/2021 (Duas horas/aula)	

Quantidade de alunos participantes e seus respectivos grupos:	6º ano B: 22 alunos	
	G6 (6 ALUNOS): B1G6; B8G6; B10G6; B16G6; B17G6; B18G6	G7 (4 ALUNOS): B9G7; B11G7; B14G7; B15G7
	G8 (4 ALUNOS): B2G8; B3G8; B4G8; B19G8	G9 (5 ALUNOS): B5G9; B6G9; B7G9; B13G9; B21G9
	G10 (3 ALUNOS): B12G10; B20G10; B22G10	
Tema da atividade:	2ª Atividade: A evolução da barriga de grávida	
Data da realização:	26/11/2021 (Duas horas/aula)	
Quantidade de alunos participantes e seus respectivos grupos:	6º ano C: 18 alunos	
	G11 (4 ALUNOS): C2G11; C3G11; C8G11; C17G11	G12 (4 ALUNOS): C1G12; C10G12; C11G12; C12G12
	G13 (4 ALUNOS): C5G13; C13G13; C14G13; C15G13	G14 (3 ALUNOS): C4G14; C16G14; C18G14
	G15 (3 ALUNOS) C6G15; C7G15; C9G15	

Fonte: Os autores

Quadro 3 - Organização da terceira atividade desenvolvida

Tema da atividade:	3ª Atividade: A produção de slime	
Data da realização:	02/12/2021 (Duas horas/aula)	
Quantidade de alunos participantes e seus respectivos grupos:	6º ano A: 25 alunos	
	G1 (7 ALUNOS): A3G1; A6G1; A9G1; A11G1; A19G1; A20G1; A23G1	G2 (5 ALUNOS): A2G2; A4G2; A7G2; A13G2; A25G2
	G3 (5 ALUNOS): A12G3; A14G3; A15G3; A21G3; A22G3	G4 (4 ALUNOS): A1G4; A8G4; A17G4; A18G4
	G5 (4 ALUNOS): A5G5; A10G5; A16G5; A24G5	

Tema da atividade:	3ª Atividade: A produção de slime	
Data da realização:	02/12/2021 (Duas horas/aula)	
Quantidade de alunos participantes e seus respectivos grupos:	6º ano B: 22 alunos	
	G6 (5 ALUNOS): B1G6; B8G6; B10G6; B17G6; B18G6	G7 (5ALUNOS): B2G7; B5G7; B6G7; B7G7; B16G7
	G8 (5 ALUNOS): B12G8; B15G8; B20G8; B21G8; B22G8	G9 (3 ALUNOS): B9G9; B11G9; B14G9
	G10 (4 ALUNOS): B3G10; B4G10; B13G10; B19G10	
Tema da atividade:	3ª Atividade: A produção de slime	
Data da realização:	03/12/2021 (Duas horas/aula)	
Quantidade de alunos participantes e seus respectivos grupos:	6º ano C: 18 alunos	
	G11 (4 ALUNOS): C6G11; C9G11; C16G11; C18G11	G12 (4 ALUNOS): C1G12; C10G12; C11G12; C12G12
	G13 (4 ALUNOS): C2G13; C3G13; C4G13; C8G13	G14 (3 ALUNOS): C5G14; C13G14; C14G14
	G15 (3 ALUNOS): C7G15; C15G15; C17G15	

Fonte: Os autores

Na sequência, transcrevemos os áudios e analisamos os registros escritos dos grupos durante o desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática, buscando identificar os enunciados que apresentam algumas das características de um problema de Modelagem e os indícios da criatividade dos alunos no momento da formulação destes problemas. Por indícios da criatividade, tomamos os aspectos: fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração, que, segundo Gontijo (2007, p. 37), correspondem à:

Abundância ou quantidade de ideias diferentes produzidas sobre um mesmo assunto (fluência), pela capacidade de alterar o pensamento ou conceber diferentes categorias de respostas (flexibilidade), por apresentar respostas infrequentes ou incomuns (originalidade) e por apresentar grande quantidade de detalhes de uma ideia (elaboração) (GONTIJO, 2007, p. 37).

Optamos, nessa pesquisa, por realizar a análise dos dados no mesmo texto e seção em que procedemos com a descrição do desenvolvimento das atividades. Fazemos isso, primeiramente, a partir de cada atividade, em particular, de modo a destacar particularidades e os principais encaminhamentos do desenvolvimento de cada atividade. Em seguida, relacionamos as três análises específicas das atividades, de modo a lançar inferências acerca da nossa interrogação de pesquisa, considerando a totalidade dos dados e as convergências vislumbradas no conjunto das análises específicas.

5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ATIVIDADES

De modo a discutir *como se manifesta a criatividade quando estudantes de 6º ano do Ensino Fundamental elaboram seus problemas de Modelagem Matemática*, apresentamos as descrições e as análises das produções dos estudantes em três atividades: *O preparo do café*; *A evolução da barriga de grávida*; e *A produção de Slime*. Enquanto as descrições apresentam características das atividades e da resolução dos estudantes, as análises apontam nossas inferências acerca dos aspectos de criatividade suscitados no momento da formulação dos problemas de Modelagem Matemática.

5.1 ATIVIDADE – “O PREPARO DO CAFÉ”

A atividade intitulada “*O preparo do café*” foi a primeira atividade desenvolvida pelos estudantes. Embora o tema tenha sido escolhido previamente pela professora por ser assunto presente no cotidiano dos alunos, a formulação do problema foi realizada pelos estudantes como parte da atividade. Nas três turmas, a organização dos estudantes aconteceu dividindo-os em grupos de três, quatro, cinco ou seis participantes.

A professora iniciou a atividade com algumas indagações: “*Vocês gostam de café?*”; “*Vocês sabem como é o preparo do café na casa de vocês?*”. A maioria dos estudantes respondeu gostar de café e em cada sala de aula, havia em média 4 ou 5 estudantes que expuseram como era a realização do preparo do café em suas casas. Os estudantes falaram, ainda, do que precisavam para fazer o café, como, por exemplo, coador, água fervente, açúcar, pó do café, entre outras características comuns para o preparo do café, como mostra as transcrições:

A10G6: Professora, na minha casa, a minha avó começa fervendo a água junto com o açúcar e depois joga no pó.

A18G4: Que estranho, na minha casa, eles tomam café sem açúcar, então quem quer açúcar tem que colocar depois de pronto.

B4G11: Professora, minha mãe faz café na cafeteira elétrica, porque lá em casa tomamos pouco.

C17G12: Eu sei que na minha casa, minha mãe usa um negócio de pano que fica o resto do pó.

C1G14: Eu acho que na minha casa, faz o café com papel e depois joga fora, todos os dias.

Após essas discussões iniciais, a professora apresentou um vídeo¹², de autoria própria, mostrando uma possibilidade para o preparo do café. No vídeo, consta uma introdução, envolvendo distintas maneiras de se realizar o preparo do café coado, mas evidenciando um modo de preparo frequente entre os brasileiros.

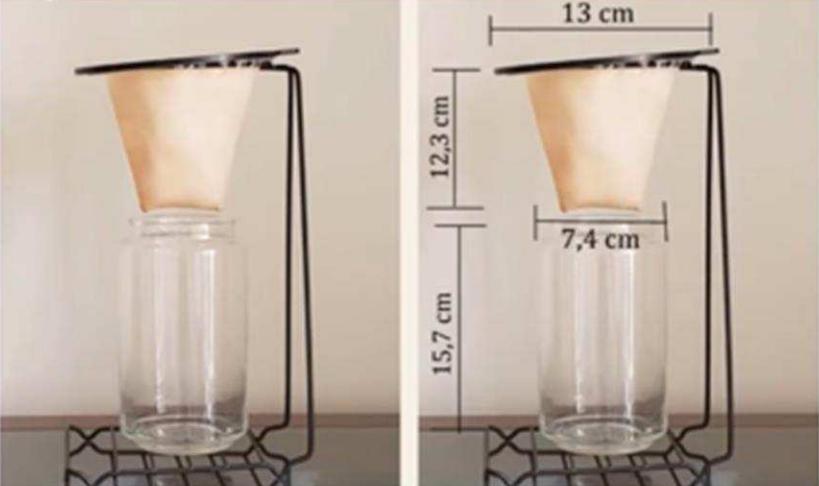
Conforme os estudantes assistiam ao vídeo, as discussões aconteciam em relação ao método mais utilizado para preparar o café. Em todas as turmas, a professora e os estudantes concluíram que não existe um método “correto”, mas existe o que mais se adapta ao gosto de cada pessoa.

Esse momento inicial de discussões e entendimento das ideias iniciais, nos faz identificar a primeira fase que caracteriza uma atividade de Modelagem Matemática, chamada de Inteiração, que é “o primeiro contato com o tema da atividade” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 15).

Ao término do vídeo e com as discussões acontecendo nos grupos, os estudantes receberam a folha-convite da atividade, contendo instruções sobre o preparo do café e o desafio de que elaborassem e resolvessem um problema matemático relacionado ao tema. A figura 6 apresenta a folha de atividade entregue aos estudantes, em tamanho reduzido.

¹² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8STU0BF4kr4>. Acesso em: 14/02/2023.

Figura 7 - Primeira Atividade – “O preparo do café”

O PREPARO DO CAFÉ														
<p>• Conversando sobre o assunto: O preparo do café com um coador com certeza é um dos métodos mais utilizados no Brasil, e com razão, pois o café coado consegue apresentar características únicas em sua bebida, sendo estas não encontradas no expresso, na prensa francesa, na italiana, ou em qualquer outro método de preparação ou infusão. O preparo de café coado é, atualmente, o método preferido entre os apreciadores de cafés especiais, por ser simples, bom e eficiente. Atualmente existe no mercado diversos filtros. Não existe o melhor método de preparo ou o melhor café. Existe aquele que melhor atende suas preferências.</p> <p>Para a realização do preparo do café foram utilizadas as instruções a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Três colheres (sopa) do pó do café para cada 500 ml de água previamente aquecida; • O recipiente utilizado possui diâmetro e altura medindo 7,4 cm e 15,7 cm respectivamente; • O filtro (tecido de nylon) utilizado possui diâmetro e altura medindo 13 cm e 12,3 cm respectivamente. <div data-bbox="427 1010 1246 1496">  </div> <p>Existem três tamanhos diferentes para os coadores tradicionais, indicados pelos números 100, 102 e 103, conforme apresentado no quadro abaixo:</p> <table border="1" data-bbox="288 1563 1380 1765"> <thead> <tr> <th>Tamanhos (números)</th> <th>Capacidade</th> <th>Dimensões (A x L x P)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>200 ml ou 4 xícaras</td> <td>2,0 x 9,1 x 14,8</td> </tr> <tr> <td>102</td> <td>600 ml ou 12 xícaras</td> <td>2,0 x 12,2 x 17,2</td> </tr> <tr> <td>103</td> <td>1000 ml ou 20 xícaras</td> <td>2,0 x 15,4 x 20,4</td> </tr> </tbody> </table> <p>Baseado em seus conhecimentos matemáticos, faça uma análise dos dados apresentados, em seguida elabore e resolva um problema de matemática. Sinta-se livre para criar um problema sobre qualquer situação que queira e que esteja relacionado ao tema da atividade.</p>			Tamanhos (números)	Capacidade	Dimensões (A x L x P)	100	200 ml ou 4 xícaras	2,0 x 9,1 x 14,8	102	600 ml ou 12 xícaras	2,0 x 12,2 x 17,2	103	1000 ml ou 20 xícaras	2,0 x 15,4 x 20,4
Tamanhos (números)	Capacidade	Dimensões (A x L x P)												
100	200 ml ou 4 xícaras	2,0 x 9,1 x 14,8												
102	600 ml ou 12 xícaras	2,0 x 12,2 x 17,2												
103	1000 ml ou 20 xícaras	2,0 x 15,4 x 20,4												

Os estudantes foram orientados pela professora para que fizessem a leitura da folha-convite da atividade e iniciassem as discussões sobre como é feito o preparo do café na casa de cada um deles. Em seguida, começaram as discussões sobre o que poderia ser investigado, diante do que consta na folha da atividade: *“Baseado em seus conhecimentos matemáticos, faça uma análise dos dados apresentados, em seguida elabore e resolva um problema de matemática. Sinta-se livre para criar um problema sobre qualquer situação que queira e que esteja relacionado ao tema da atividade”*.

Após essas discussões iniciais nos grupos, praticamente todos os estudantes, nas três turmas, questionaram a professora sobre o que precisariam fazer, se eles iriam resolver utilizando “conta de mais ou de menos”. Todas essas indagações resultaram em praticamente uma aula de cinquenta minutos, em que a professora, de grupo em grupo, foi discutindo o tema com os estudantes e os auxiliando sobre o que poderia ser um problema de matemática, ou seja, um problema sobre o preparo do café que pudesse ser resolvido por meio da Matemática. Essa necessidade adveio do estranhamento, por parte dos estudantes, do que seria uma atividade de Modelagem Matemática ou, ao menos, do que seria formular um problema.

Como se tratava da primeira atividade de Modelagem Matemática vivenciada pelos estudantes, era esperado que reagissem com diversas dúvidas, até porque, nas atividades rotineiras os alunos geralmente já sabem o que precisam fazer, diferentemente de uma atividade de Modelagem Matemática, que requer discussões e investigações acerca do tema abordado.

Após os alunos progredirem em relação às dificuldades iniciais, começaram a relacionar conteúdos matemáticos para a formulação de um problema. Todavia, nem sempre os enunciados formulados pelos estudantes caracterizavam um problema de Modelagem Matemática, seguindo as características de um problema de Modelagem Matemática, consideradas nessa pesquisa. Por vezes, nem uma questão era apresentada, somente cálculos sem nenhuma definição. Assim, nem todas as produções dos estudantes foram consideradas para a análise específica da atividade e, sim, as produções nas quais as características de um problema de Modelagem Matemática eram identificadas em alguma medida.

Desse modo, para o desenvolvimento dessa atividade, embora tivesse seis grupos formados no sexto ano A, por exemplo, somente a produção de três grupos caracterizavam um problema de Modelagem, diferentemente dos outros grupos que apresentaram cálculos aleatórios. Quanto à organização das análises, apresentamos as produções dos estudantes do 6º ano A, em seguida, do 6º ano B, e concluímos com a turma do 6º ano C.

Levando em consideração a análise da figura 7, os estudantes realizaram uma associação entre o tema da atividade e a escola, ou seja, o ambiente em que estão inseridos, denotando, uma das características de um problema de Modelagem Matemática, que é a preocupação em considerar dados e uma situação real. Essa não era a ideia principal do grupo G4, mas enquanto as discussões aconteciam, as ideias se aprimoravam em relação à formulação do problema, conforme podemos observar nos áudios transcritos abaixo:

A18G4: Gente vamos pensar então no tema da atividade, igual a professora falou. Dá para nós calcularmos a quantidade de café na nossa casa, o que acham?

A14G4: Pode ser, mas como vamos fazer para saber essa quantidade? Não estamos em casa.

A22G4: E se mudarmos, vamos fazer o problema com os alunos da escola, já estamos aqui mesmo.

A18G4: Como assim? Acho que aqui só tem café para os professores.

A22G4: Ué, vamos inventar, aqui na nossa escola tem uns cem alunos e na cantina tem café para todos, qual é a quantidade que precisa fazer de café para todos os alunos?

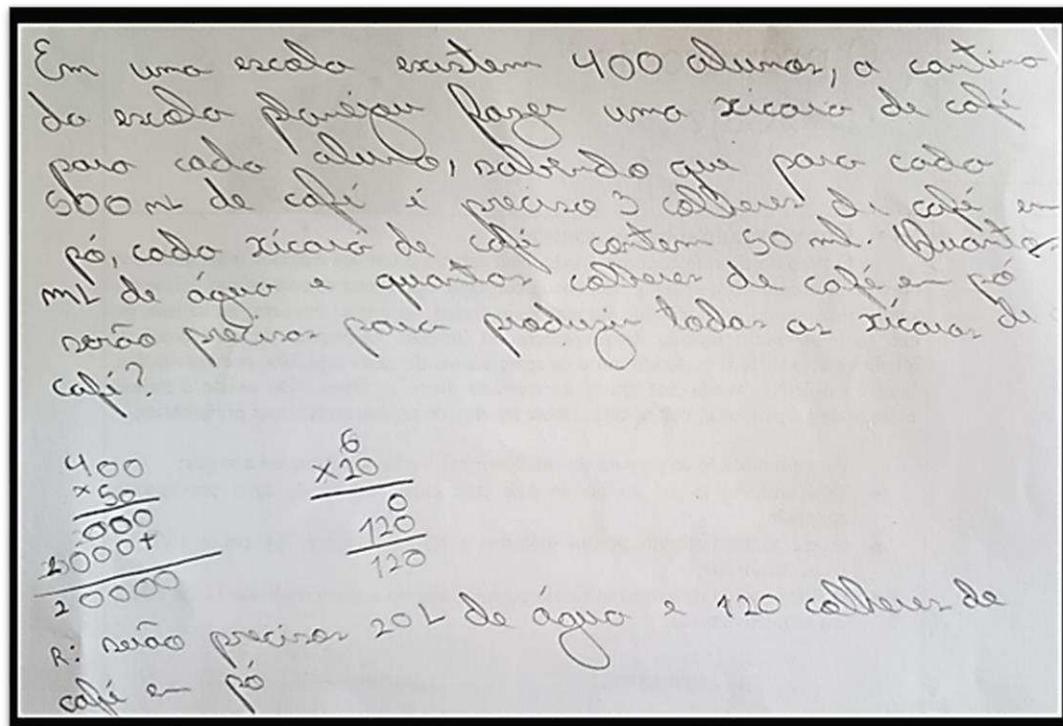
A14G4: Calma, vou fazer o problema melhor, não tem só isso de alunos não, tem mais, deve ter uns quatrocentos alunos.

A22G4: Tá, gostei dessa ideia, vamos usar conta de vezes né, vai ficar muito bom.

As discussões do grupo G4 denotam outra característica de um problema de Modelagem, que é a realização da atividade por meio das discussões entre membros de um grupo. O trabalho em grupo, segundo Pereira (2008, p. 96), “estimula a colaboração, a independência e a autonomia para resolver problemas”.

Neste diálogo, como os estudantes tinham como ideia inicial a produção de café em suas casas, mas mudaram o contexto de investigação para a escola, dadas as discussões do grupo e ao fato de quererem relacionar a um ambiente comum a todos, vislumbramos que esse grupo apresentou indícios de um dos aspectos da criatividade, a flexibilidade, que segundo Vale (2015, p. 10) é a “capacidade de pensar modos diferentes, para produzir uma variedade de ideias diferentes sobre o mesmo problema”, isso porque conseguiram pensar em uma situação particular, calcular a quantidade de café em suas casas, para uma situação contextualizada e adequada ao lugar em que estavam no momento, calcular a quantidade de café necessária para todos os alunos da escola, já que só os professores é que, segundo eles, tomavam café na escola. O problema e a resolução empreendidos pelo grupo G4 constam na Figura 7-

Figura 8 - Registro escrito dos estudantes do grupo G4



Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “Em uma escola existem 400 alunos, a cantina da escola planejou fazer uma xícara de café para cada aluno, sabendo que para cada 500 ml de café é preciso 3 colheres de café em pó, cada xícara de café contém 50 ml. Quantos ml de água e quantas colheres de café em pó serão precisos para produzir todas as xícaras de café? R= Serão precisos 20 L de água e 120 colheres de café em pó.”

Nota-se que na atividade do grupo G4, como consta na figura 7, embora haja somente uma pergunta formulada, os estudantes precisam recorrer a diferentes raciocínios e operações para dar conta de solucionar a questão, muitos dos quais parecem ter sido empreendidos mentalmente, inferimos, devido à ausência de registros escritos.

Já no grupo G5, na figura 8, há diversas perguntas, mas todas corriqueiras, que denuncia, tanto o tipo de atividades que os estudantes estão possivelmente lidando no seu cotidiano escolar, quanto a importância de que atividades de formulação de problemas sejam atividades mais frequentes em aulas de Matemática.

Figura 9 - Registro escrito dos estudantes do grupo G5

Eu e minhas 6 amigas fomos a inauguração de uma cafeteria no shopping muito conhecida. Observe e complete a tabela abaixo:

Nome	Pedido	Quantidade	Preço da quantidade	TOTAL
Julia	Cupcake	5	R\$06,00	R\$30,00
Isabela	Bauzi	2	R\$05,00	R\$10,00
Rudo	Bauzi Café	13. 10.	3. R\$05,00 C= R\$03,50	R\$08,50
Bruno	Bauzi Café	20. 20.	B= R\$05,00 C= R\$03,50	R\$20,50
Maria C.	Torta Suco de laranja	10. 15.	T= R\$06,00 S= R\$02,00	R\$08,00
Dorah	Cupcake	1	R\$06,00	R\$06,00
Yasmim	Cupacaino Café de queijo	1 c. 23.	C= R\$05,50 P= R\$02,98	R\$11,48
TOTAL DE TUDO:				R\$94,48

Qual foi o total da conta?
R: Nós gastamos no total R\$ 94,48

Qual a diferença entre o maior e o menor valor?
R: A diferença é de R\$24,00

CALCULOS	
a) 30,00	30,00
20,50	06,00
08,50	24,00
+ 10,00	
08,00	
06,00	
11,48	

Fonte: Registro escrito dos estudantes

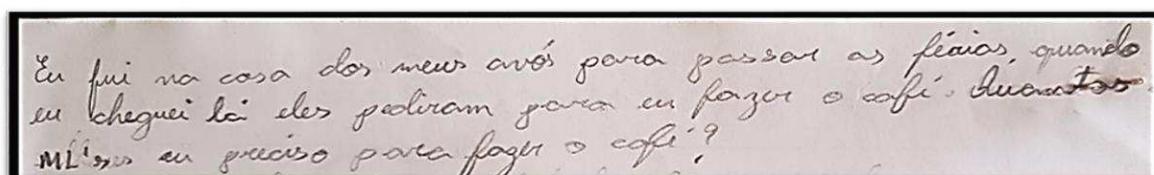
Na imagem está escrito: “Eu e minhas seis amigas fomos a inauguração de uma cafeteria no shopping muito conhecida. Observe e complete a tabela abaixo. Qual foi o total da conta? R= Nós gastamos no total R\$ 94,48. Qual a diferença entre o maior e menor valor? R= A diferença é de R\$ 24,00”

Embora o grupo G5 apresente diversas perguntas fechadas, devemos considerar que os estudantes (A3; A6; A8; A9; A20; A23) expuseram detalhes sobre o pedido feito na cafeteria, constando quantidades e preços por unidades, o que denota o aspecto de elaboração da criatividade.

Há de se considerar, ainda, que embora o tema disparador das reflexões seja “o preparo do café”, o grupo G5 considerou um encontro de amigas na inauguração de uma cafeteria no shopping, o que sugere certa originalidade em relação ao tema inicial. Ainda, é possível inferir, dados os pedidos feitos por cada aluna e ao fato de que nem todas pediram as mesmas coisas e nem todas solicitaram café, que as escolhas feitas por cada uma levaram em consideração os seus gostos pessoais e que os preços atribuídos para cada pedido não destoam tanto do real, características que sugerem uma preocupação de que os dados utilizados fossem próximos aos observados no cotidiano do grupo. Essas preocupações caracterizam, entendemos, o aspecto de criatividade denominado de fluência que, segundo Vale (2015, p. 10) “é a capacidade de produzir um grande número de resoluções para mesma tarefa”, nesse caso, de pedidos diferentes para cada personagem; bem como estão associadas à característica das atividades de Modelagem Matemática de abordar situações reais.

O último grupo da turma do 6º ano A cuja produção analisamos é o grupo G6. Entendemos que, embora os estudantes não tenham apresentado resolução para o problema, o que denota a dificuldade de se formular um possível encaminhamento e de empreender uma solução, esse enunciado, é o que mais se aproxima de um problema de Modelagem Matemática. Isso porque é um problema aberto, que suscita diferentes encaminhamentos de resolução, demanda elaboração de hipóteses e simplificações, enfim, entendemos que exige mais que a simples organização de números e realização de cálculos. Nesse sentido, a formulação tem uma estrutura original, porque diferente dos demais enunciados, é um enunciado aberto, que permite flexibilidade e elaboração nas respostas. Podemos denotar que também há originalidade no que diz respeito ao problema de Modelagem, conforme apresentaremos a seguir, na figura 9.

Figura 10 - Registro escrito dos estudantes do grupo G6



Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “Eu fui na casa dos meus avós para passar as férias, quando eu cheguei lá eles pediram para eu fazer o café. Quantos ML eu preciso para fazer o café?”

No que diz respeito às produções dos estudantes do 6º ano B, apresentamos dois problemas: do grupo G7 e do grupo G9. Na figura 10, o grupo G7 faz comparações entre as quantidades de ingredientes relacionadas ao preparo do café para dois grupos (dois times).

Identificamos que esse grupo apresenta dados fictícios que são organizados em tabelas, porém, os estudantes se preocupam com uma situação real do preparo do café, ou seja, a quantidade de colheres de café e de açúcar para esse preparo.

Há de se considerar, ainda, que o contexto é original, no sentido de solicitar a avaliação de qual preparo de café gastou mais ingredientes. O questionamento desse grupo reproduz enunciados com o qual estão habituados, com uma pergunta fechada, impossibilitando, assim, a flexibilidade no processo de resolução, e requerendo apenas a leitura atenta do solucionador (decisão consciente do grupo como denota o excerto a seguir).

B14G7: Vamos mostrar os números, ou, organizar eles, daí nem precisa de conta para responder, só ver os números.

Pela fala de B14G7, podemos identificar que esses estudantes tinham como objetivo a realização da atividade proposta da maneira mais sucinta possível, e para isso utilizaram o que estão acostumados, perguntas simples que possuem somente uma resposta.

Figura 11 - Registro escrito dos estudantes do grupo G7

O café do time A foi 60 colheres de café
 O time B foi 70 colheres de café
 O café do time A tinha 10 colheres de açúcar
 O time B tinha 15 colheres de açúcar
 Obs: cada time tem 40 jogadores

GRUPO A	GRUPO B
AÇÚCAR 10 colheres	AÇÚCAR 15 colheres
CAFÉ 60 colheres	CAFÉ 70 colheres
JOGADORES 40	JOGADORES 40

Qual
 qual grupo gastou mais?
 R = GRUPO B

Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “O café do time A foi 60 colheres de café. O time B foi 70 colheres de café. O café do time A tinha 10 colheres de açúcar. O time B tinha 15 colheres de açúcar. Obs: cada time tem 40 jogadores. Qual grupo gastou mais? R = Grupo B”

Em outra atividade, identificamos a formulação de um problema relacionado a valores financeiros do café, em que os estudantes buscaram relacionar o tema da atividade com algum conteúdo matemático.

B2G9: Vamos pensar, nós conversamos de como faz café, mas não dá para fazer nenhuma conta. E se nós fizéssemos alguma coisa de dinheiro, quanto custa o café?

B13G9: Não, vamos na cafeteria.

B2G9: Que? Como assim? Professora, vem aqui, nós não vamos conseguir.

B13G9: Vamos fazer assim, cada um desse grupo, vai na cafeteria e compra uma coisa e nós pesquisa os preços e depois somamos a conta total.

P: O que está acontecendo pessoal? Tudo certo?

B2G9: Professora, já decidimos o que fazer.

P: Já pensaram em um problema? Já iniciaram a formulação do problema?

Nesse momento, o grupo G9 tinha estratégias de como proceder, o que iriam fazer, porém, eles não conseguiam formular um problema. Reconhecemos a importância de a atividade de formulação de problemas ser mais frequente nas aulas de Matemática. A dificuldade advém, acreditamos, do fato de que os estudantes estarem acostumadas a resolver e não a elaborar problemas. Lima e Segadas (2015) discutem a importância dessa prática nas aulas regulares de matemática:

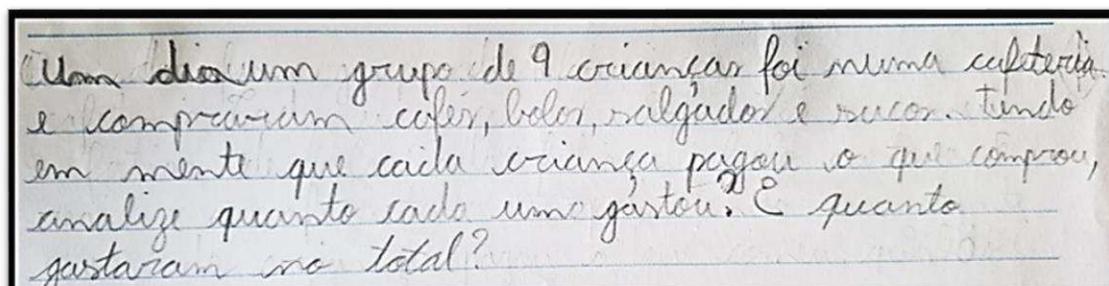
[...] a atividade de formular problemas pelo próprio aluno é fundamental nas aulas de matemática. Acreditamos que através dela poderemos observar se um aluno compreende o que é um problema. Dessa maneira, possibilita que ele formule, construa e discuta problemas, desenvolvendo outras habilidades (LIMA; SEGADAS, 2015, p. 50).

Na ideia de ir à uma cafeteria e pesquisar os preços relacionados à produção do café, os alunos manifestam a preocupação em considerar dados reais na formulação e resolução do problema, característica, essa, das atividades de Modelagem Matemática. Na continuação da atividade desse grupo, os estudantes efetivam sua intenção formulando uma pergunta fechada, para a qual só há uma resolução possível. Além de não apresentar a flexibilidade na formulação do problema, a questão também pouco contribui para que a flexibilidade se manifeste na sua resolução.

Todavia, podemos perceber o que chamamos na Criatividade em Matemática de elaboração, aspecto associado à apresentação de “grande quantidade de detalhes de uma ideia” (GONTIJO, 2007, p. 37). Nesse caso, para além do tema “café”, há também os

acompanhamentos bolo, salgado, suco, entre outros, o que denota que o enunciado abarca certa cotidianidade dos estudantes e a compreensão da expressão “café” para além do produto, mas do momento “do café”.

Figura 12 - Registro escrito dos estudantes do grupo G9



Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “Um dia um grupo de nove crianças foi numa cafeteria e compraram cafés, bolos, salgados e sucos. Tendo em mente que cada criança pagou o que comprou, analise quanto cada um gastou? E quanto gastaram no total?”

Em relação às produções dos estudantes da turma do ano 6º ano C, destacamos, na Figura 12, a representação do estudante C4, que manifesta sua preocupação com a medida de uma xícara de café. O estudante C4 faz parte do grupo G12 que discute essa possibilidade:

C18G12: E se nós pensarmos assim, numa festa tinha vinte pessoas, e cada pessoa queria duas xícaras de café, então vamos fazer café para eles.

C4G12: Tá, vou fazer a xícara.

C16G12: Mas e a conta? Vamos fazer 20 vezes 2? Nem precisa fazer então, são 40 xícaras no total.

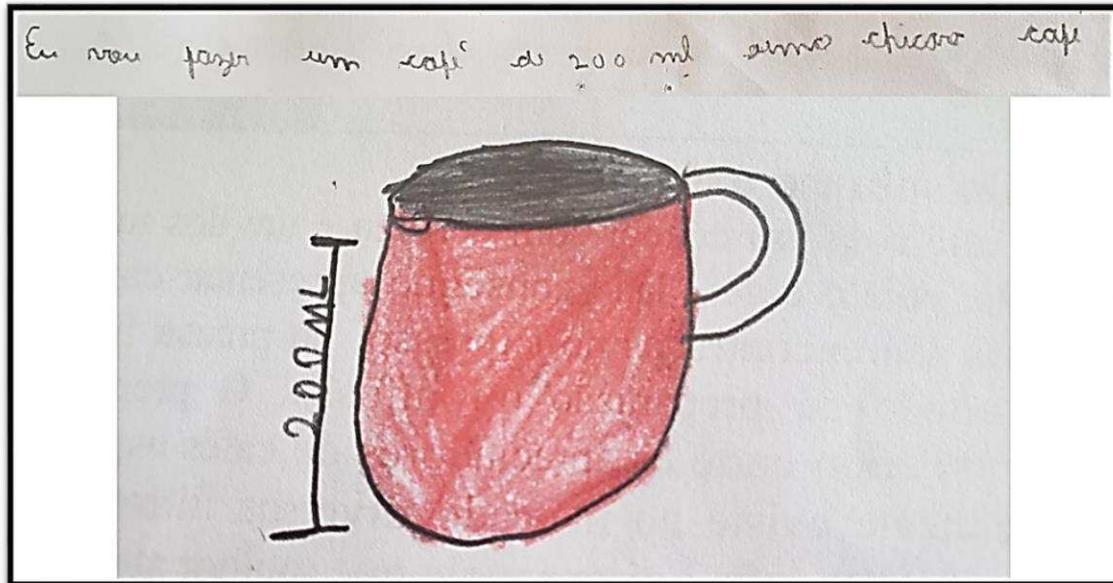
Nesse diálogo, por exemplo, entendemos que os estudantes, para formular um problema, antecipam algumas ideias em relação às resoluções, em relação ao conteúdo matemático que pode ser utilizado nessas resoluções, denotando que o processo de matematização está intimamente relacionado ao de elaboração de um problema a resolver.

Diante disso, identificamos a preocupação dos estudantes com a matematização, momento em que, segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 15), é “onde acontece a tradução da linguagem natural para a linguagem matemática”. Denota-se também a preocupação dos estudantes em considerar, ao formular o problema, o uso de características do cotidiano deles.

Além disso, inferimos a possibilidade da característica flexibilidade da criatividade na discussão do tema café e na elaboração de uma questão, uma vez que, embora o enunciado do grupo G12, inicialmente, fosse “calcular a quantidade de xícaras de café” para um certo número

de pessoas, na representação da Figura 12 o grupo apresentou a preocupação com a capacidade de café de uma xícara, ou seja, com a quantidade de mililitros de café que cabe em uma xícara.

Figura 13 - Registro escrito do estudante C4



Fonte: Registro escrito dos estudantes
Na imagem está escrito: “Eu vou fazer um café de 200ml, uma xícara de café”

É possível perceber que informações contidas da folha-convite foram utilizadas pelos diferentes grupos. Todavia, foram os estudantes do grupo G15 do 6º ano C que utilizaram os dados e apresentaram uma generalização, e a partir deles, um pensamento algébrico associando duas grandezas e estabelecendo uma relação entre elas, segundo o autor Canavarro (2007, p. 87), o pensamento algébrico “está na atividade de generalizar”, utilizando “outros elementos como diagramas, tabelas, expressões numéricas, gráficos, podem também ser usadas para expressar a generalização”. Entendemos que essa formulação denota aspectos da criatividade, como a fluência, dado o detalhamento da relação estabelecida pelos estudantes, o que também se verifica na explicação feita passo a passo na figura 13, e a originalidade, por ser essa formulação incomum no âmbito das diferentes produções.

Figura 14 - Registro escrito dos estudantes do grupo G15

Já que 500 ml são 3 colheres de sopa	1000ML Sopa O colheres de sopa de café	Se eu triplicar será 1500 ML
--	--	---------------------------------

Fonte: Registro escrito dos estudantes entregue a professora
Na imagem está escrito: “Já que 500 ml são 3 colheres de sopa. 1000 ml será 6 colheres de sopa de café. Se eu triplicar será 1500 ml.”

Nessa produção, os estudantes não escrevem um problema que se associa à relação matemática declarada. Todavia, apesar de não explicitarem uma questão, o modo como apresentam “a resolução” denota um problema implícito associado, tal como “Como saber quantas colheres de sopa de café precisamos usar para fazer café, de acordo com a quantidade de água utilizada?”.

No que tange às produções de todos os grupos de estudantes das três turmas, frequentemente observamos nas resoluções uma concordante relação na formulação e na apresentação das ideias. É importante destacar que os grupos são de turmas distintas, mas ambas repetiram o padrão “costume” de fazer uma apresentação inicial de um possível problema, expor dados fictícios em tabelas, utilizando personagens que, nesses casos, são os próprios integrantes do grupo e, por fim, realizar a formulação de perguntas fechadas. Ainda entre os conteúdos abordados nas resoluções pelos grupos, estão as quatro operações básicas, proporção, organização dos dados em tabela, medida de capacidade, entre outros.

Muitos estudantes relacionavam o tema da atividade “*O preparo do Café*” com valores monetários, ou seja, mencionando nos enunciados formulados algo relacionado à dinheiro. Para a realização das atividades, os estudantes puderam utilizar a sala de informática para pesquisar, por exemplo, *quantos gramas tem uma colher de café* ou *quanto custa uma xícara de café*. Observando os problemas apresentados pelos estudantes de todas as turmas, verificamos que os mesmos são problemas que podem ser considerados corriqueiros, típicos e parecidos com aqueles apresentados em livros didáticos, isso porque, inferimos, os estudantes estão familiarizados com essa forma de apresentação de problemas em matemática e não conhecem outro modo de apresentação.

A nossa intenção nessa atividade de Modelagem, com vistas à produção de dados para a pesquisa, era de que os estudantes discutissem o tema, fizessem possíveis apontamentos e

formulassem problemas. Percebemos que os enunciados ou problemas elaborados pelos grupos são distintos em relação à estrutura e ao modo de organizar as ideias. Alguns apresentam personagens, outros textos explicativos com uma breve contextualização da situação e outros organizam os dados em tabelas.

Há também aqueles que possuem somente uma pergunta fechada e aqueles que possuem mais de uma pergunta no enunciado. Todavia, geralmente remetem a uma única forma de resolução, ou seja, no próprio problema já está explícito o modo de resolver. Concluimos que esses enunciados são uma tradução dos “problemas” contidos em muitos livros didáticos e/ou trabalhados em muitas salas de aula, que não contemplam diferentes resoluções.

Com base nas formulações que surgiram nessa primeira atividade, observamos que os estudantes consideraram suas experiências cotidianas e estabeleceram relações com seus conhecimentos prévios, matemáticos e extramatemáticos. Quanto aos aspectos de criatividade suscitados nas atividades, embora todos os aspectos tenham figurado em algum momento na elaboração dos enunciados, nem todos figuraram ao mesmo tempo, ou na mesma questão.

Há de se considerar, ainda, que os estudantes se dedicaram no desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática e que o interesse pela atividade pode ter contribuído para com a manifestação de aspectos da criatividade na formulação dos problemas.

Apresentamos, a seguir, um quadro (quadro 5) que evidencia as características de um problema de Modelagem Matemática e os aspectos de criatividade em matemática em cada uma das atividades selecionadas e analisadas nesta seção do texto.

Quadro 4 - Organização da primeira atividade analisada

Turmas	Grupos	Enunciados	Características de um Problema de Modelagem Matemática	Aspectos de Criatividade
6º ano A	Grupo 4 (G4)	“Em uma escola existem 400 alunos, a cantina da escola planejou fazer uma xícara de café para cada aluno, sabendo que para cada 500 ml de café é preciso 3 colheres de café em pó, cada xícara de café contém 50 ml. Quantos ml de água e quantas colheres de café em pó serão precisos para produzir todas as xícaras de café? R= Serão precisos 20 L de água e 120 colheres de café em pó.”	CPM2 CPM3	Flexibilidade
		“Eu e minhas seis amigas fomos a inauguração de uma cafeteria no shopping muito conhecida. Observe e complete a tabela abaixo. Qual foi o	CPM2	Elaboração

	Grupo 5 (G5)	total da conta? R= Nós gastamos no total R\$ 94,48. Qual a diferença entre o maior e menor valor? R= A diferença é de R\$ 24,00”	CPM3	Originalidade Fluência
	Grupo 6 (G6)	Eu fui na casa dos meus avós para passar as férias, quando eu cheguei lá eles pediram para eu fazer o café. Quantas ML eu preciso para fazer o café?”	CPM1 CPM2	Flexibilidade Elaboração Originalidade
6º ano B	Grupo 7 (G7)	“O café do time A foi 60 colheres de café. O time B foi 70 colheres de café. O café do time A tinha 10 colheres de açúcar. O time B tinha 15 colheres de açúcar. Obs: cada time tem 40 jogadores. Qual grupo gastou mais? R = Grupo B”	CPM2 CPM3	Originalidade
	Grupo 9 (G9)	“Um dia um grupo de nove crianças foi numa cafeteria e compraram cafés, bolos, salgados e sucos. Tendo em mente que cada criança pagou o que comprou, analise quanto cada um gastou? E quanto gastaram no total?”	CPM2 CPM3	Elaboração
6º ano C	Grupo 12 (G12)	“Numa festa tinha vinte pessoas, e cada pessoa queria duas xícaras de café, então vamos fazer café para eles. Eu vou fazer um café de 200ml, uma xícara de café”	CPM2	Flexibilidade
	Grupo 15 (G15)	“Já que 500 ml são 3 colheres de sopa. 1000 ml será 6 colheres de sopa de café. Se eu triplicar será 1500 ml.”	CPM3	Fluência Originalidade

Fonte: Os autores

5.2 ATIVIDADE – “A EVOLUÇÃO DA BARRIGA DE GRÁVIDA”

A segunda atividade desenvolvida pelos estudantes tinha como tema inicial “*A evolução da barriga de grávida*”. Nesta atividade, assim como na primeira, o tema também foi previamente escolhido pela professora. Porém, neste caso, a coleta de dados aconteceu com a participação dos estudantes. Nas três turmas, a organização dos estudantes se deu dividindo-os em grupos de três, quatro, cinco ou seis estudantes.

Nas três turmas os estudantes questionaram coisas como: “*Como vamos estudar o crescimento de uma barriga de grávida? Pois não há nenhuma grávida na sala de aula*”. Ou ainda, considerando que o crescimento da barriga da grávida leva meses: “*Como vamos fazer professora? Não vai dar tempo*”. Destaca-se, nessa segunda atividade, a iniciativa dos estudantes em fazerem perguntas na tentativa de traçarem uma compreensão e um encaminhamento de resolução, diferente do que aconteceu na primeira atividade, em que a professora precisou encabeçar os questionamentos.

Nessa atividade, os estudantes se mostraram mais empolgados, ou pela forma como foi conduzida a primeira atividade ou por se tratar de uma atividade diferente do cotidiano escolar deles. Os questionamentos iniciais nos sugerem a curiosidade e a motivação dos estudantes e nos leva a refletir sobre as condições que podem transformar o ambiente criativo, conforme Vale e Barbosa (2015, p. 103, trad. nossa¹³) afirmam, a criatividade em matemática se inicia “com curiosidade e envolve os alunos na exploração e experimentação, envolvendo imaginação e originalidade”.

Do ponto de vista do referencial teórico de Modelagem Matemática, é possível inferir, também, que por ser a segunda atividade de Modelagem que os alunos realizavam, havia certa familiarização dos estudantes com esse tipo de atividade. Desse modo, corroboramos com os autores Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 27) que “sinalizam a possibilidade de os alunos desenvolverem a habilidade de fazer modelagem” e de as atividades serem introduzidas de forma “gradativa”.

A partir das discussões iniciais, a professora, com o objetivo de esclarecer sobre como os estudantes poderiam proceder no desenvolvimento da atividade, perguntou:

P: “Algum de vocês já assistiram aqueles vídeos que acontece o desenvolvimento da barriga de grávida, mês a mês?”.

A maioria dos estudantes respondeu que não haviam assistido. Em seguida, a professora mostrou um vídeo¹⁴ que apresentava a evolução da barriga de uma grávida, mês a mês, de modo que os estudantes pudessem visualizar o crescimento da barriga e o formato dessa barriga no decorrer dos meses.

Como modo de simular esse crescimento e auxiliar a compreensão dos estudantes, realizamos um experimento com uma bexiga. Neste contexto é que surgiram as seguintes manifestações:

P: Pessoal, para a realização dessa atividade iremos utilizar uma bexiga para representar a barriga de grávida, pois como nós já conversamos seria inviável o estudo de nove meses sobre a evolução da barriga de grávida.

A21G1: Mas professora, quando a bexiga tá cheia, ela fica mais fina a parte de cima né, tem que usar só a parte de baixo então?

¹³ Tradução de: Curiosity and engages students in exploration and experimentation, involving imagination and originality” (VALE; BARBOSA, 2015, p. 103).

¹⁴ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=v_AYAdbOwj4&t=19s. Acesso em: 23/01/2023.

B5G9: Mas eu acho que o formato da bexiga é diferente da barriga crescendo.

C16G14: Professora, eu acho que a parte debaixo da bexiga parece uma barriga crescendo mesmo.

Na sequência, os estudantes receberam a folha-convite em que são desafiados a formular e resolver um problema relacionado ao tema da atividade: “Baseado em seus conhecimentos matemáticos, faça uma análise dos dados apresentados, em seguida elabore e resolva um problema de matemática. Sinta-se livre para criar um problema sobre qualquer situação que queira e que esteja relacionado ao tema da atividade”. A figura 14 apresenta a folha de atividade entregue aos estudantes, em tamanho reduzido.

Figura 15 - Segunda Atividade – “Evolução da barriga de grávida”

EVOLUÇÃO DA BARRIGA DE GRÁVIDA		
<ul style="list-style-type: none"> • Conversando sobre o assunto: O crescimento da barriga varia de acordo com a estrutura corporal de cada mulher — se a gestação é única ou gemelar, se a grávida faz atividades físicas, entre outros fatores. Após assistirem ao vídeo da evolução da barriga de grávida, mês a mês, “como é que a gente pode simular esse crescimento usando o enchimento de uma bexiga? Se essa bexiga for enchida continuamente sem parar, quanto tempo ela leva para estourar?” • Para realização dessa experiência iremos utilizar os seguintes materiais: Um compressor, algumas bexigas e uma fita métrica. 		
Tempo:	Medida:	
<p>Baseado em seus conhecimentos matemáticos, faça uma análise dos dados apresentados, em seguida elabore e resolva um problema de matemática. Sinta-se livre para criar um problema sobre qualquer situação que queira e que esteja relacionado ao tema da atividade.</p>		

Fonte: Os autores

Na presente atividade, os estudantes se mostraram mais determinados e conhecedores da dinâmica da atividade. Ao entregar a folha-convite constando o tema da atividade, os estudantes iniciaram a discussão sobre qual seria o problema a ser investigado de imediato.

A22G1: Gente já vamos ler e pensar no problema, lembra que demora né?

B16G6: Eu acho que a professora vai explicar igual a outra atividade, mas essa parece ser mais legal.

C1G12: Olhem aqueles negócios que a professora trouxe, acho que dessa vez vai ser mais fácil fazer o problema.

P: Pessoal, para o desenvolvimento dessa atividade, vocês precisarão preencher essa tabela que está na folha de atividade. Para isso, eu vou enchendo uma bexiga com a ajuda de uma bomba de ar, e cada 5 ou 10 segundos, um aluno será escolhido para medir a circunferência da bexiga utilizando uma fita métrica, lembrando que a bexiga vai representar, simular, nesse caso, a barriga de grávida.

Nesse diálogo, observamos comparações relacionadas à primeira atividade, o interesse dos estudantes no desenvolvimento da atividade e, também, a preocupação relacionada à formulação de um problema. Percebemos, ainda, uma primeira impressão dos estudantes acerca do “fazer” uma atividade de Modelagem – que ela demora quando comparada às atividades a que estão habituados na aula. Após a leitura inicial e as discussões nos grupos, a professora iniciou a explicação sobre o experimento (figura 15).

Figura 16 - Desenvolvimento da segunda atividade



Fonte: Os autores

Nesse momento do desenvolvimento da atividade, de inteiração, em que os estudantes precisam compreender a situação, discutir os procedimentos e o processo de coleta de dados, é que se dá, segundo Dal Pasquale Junior (2019), predominantemente, a geração de ideias em Modelagem Matemática. Para o autor,

[...] atividades de Modelagem Matemática estimulam não apenas a geração de ideias, mas também ideias inovadoras quando os alunos têm afinidade e experiência com o tema proposto. Dividindo o processo de Modelagem Matemática em fases, como propõem Almeida, Silva e Vertuan (2012), a geração de ideias acontece predominantemente durante a fase da inteiração (DAL PASQUALE JUNIOR, 2019, p. 186).

Portanto, consideramos de suma importância essa fase inicial do desenvolvimento da Atividade de Modelagem Matemática, para auxiliar na formulação de problemas e consequentemente estimular o pensamento criativo.

Prosseguindo com as discussões, houve uma solicitação por parte da professora para que os estudantes preenchessem a tabela (Figura 16). Na coluna do tempo, de 5 em 5 segundos (porém, a turma do 6º ano C, decidiu em consenso que as medidas seriam tomadas a cada 10 segundos), utilizando um cronômetro e uma fita métrica, um estudante era convidado a medir a circunferência da bexiga com a fita métrica e todos os estudantes anotavam, até chegarmos em um determinado tempo em que a bexiga estourava, fazendo alusão à explosão do vídeo que iniciou as discussões.

Figura 17 - Dados coletados pelos estudantes

Tempo:	Medida:	Tempo:	Medida:	Tempo:	Medida:
5 s	32 cm	5 seg	38	10 s.	48
10 s	43 cm	10 seg	44	20 s.	59
15 s	47 cm	15 seg	49	30 s.	68
20 s	52 cm	20 seg	53	40 s.	72
25 s	55 cm	25 seg	57	50 s.	estourou
30 s	60 cm	30 seg	59	60 s.	
35 s	61 cm	35 seg	61	70 s.	
40 s	63 cm	40 seg	65	80 s.	
45 s	65 cm	45 seg	67	90 s.	
50 s	67 cm	50 seg	69	100 s.	
55 s	68 cm	55 seg	71	110 s.	
60 s	70 cm	60 seg	estourou	120 s.	
65 s	70 cm			130 s.	
70 s	70 cm			140 s.	
75 s	70 cm			150 s.	
80 s	71 cm				
85 s	estourou				

Fonte: Registro escrito dos estudantes

Enquanto acontecia a coleta de dados, um grupo (G2) em específico trouxe à tona uma indagação.

A6G2: Meninas, olhem a bexiga, ela vai estourar, mas quando ela ia enchendo o que nós estamos medindo aumenta bem pouco, mas a altura aumenta bastante.

O que essa estudante quis relatar é que, conforme a bexiga enchia, a medida da circunferência se alterava poucos centímetros, enquanto o que alterava significativamente era a altura da bexiga (figura 15).

Após a coleta de dados com o enchimento de bexigas, a professora discutiu o tema, de grupo em grupo, com os estudantes. Os estudantes começaram as discussões acerca da elaboração de problemas que investigariam. Houve indagações por parte dos estudantes, porque embora possuíssem dados (números), não conseguiam formular um problema.

A8G3: Gente, dá para somar tudo e dividir por quanto tem, mais não dá para pensar em um problema que tem isso de conta.

B16G6: O problema tem que ter falando de bexiga, e que ela estoura, vamos pensar nessa tabela com esses números.

C6G15: Vamos pensar no título dessa atividade, vai ter que falar de grávida no problema.

Dos diálogos, inferimos que os estudantes compreendem a necessidade de formular problemas que tenham uma resolução matemática, porém, denotam a dificuldade em iniciar o processo de formulação desse problema. Das falas depreende-se também que alguns grupos se interessaram mais pelo tema “grávida” e outros mais pela dinâmica de enchimento da bexiga, o que originou diferentes encaminhamentos.

No que diz respeito às produções dos estudantes, apresentamos, primeiro, os problemas elaborados no 6º ano A, em seguida, no 6º ano B e no 6º ano C. Ao analisarmos a atividade do grupo G1, podemos perceber a associação entre a utilização de bexigas para a representação de uma barriga de grávida, com uma festa de aniversário, dado ser este um contexto em que bexigas são utilizadas. Há de se considerar que os estudantes relacionaram a formulação de um problema com um tema que está presente no cotidiano deles, demonstrando assim, uma das características de uma atividade de Modelagem Matemática, que é a utilização de uma situação real, por mais que este tema destoe do planejado inicialmente pela docente.

De acordo com os áudios captados no grupo G1, percebemos a colaboração e interação entre os estudantes no momento da formulação do problema.

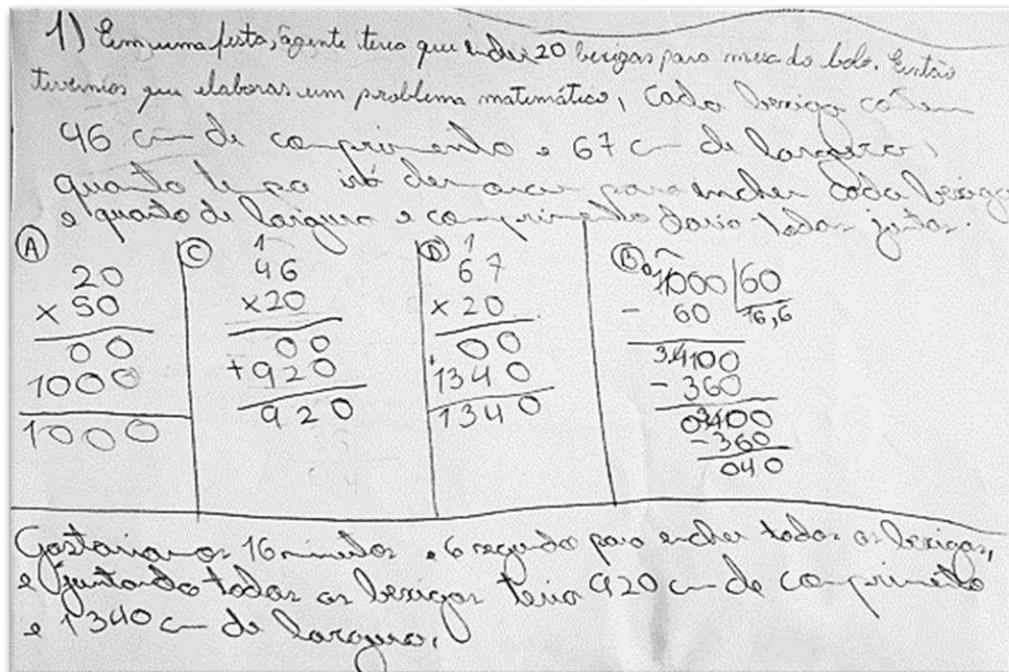
A21G1: Vamos pensar em alguma coisa que tem bexiga, para a gente usar no problema, podemos fazer sobre festa de aniversário.

A12G1: Nossa, ótima ideia, vamos fazer isso, e se nós usar as medidas de uma bexiga.

A22G1: Tá, mais e qual vai ser pergunta? Quantas bexigas a gente consegue encher?

O problema elaborado por G1 (figura 17) é o desfecho dessa discussão.

Figura 18 - Registro escrito dos estudantes do grupo G1



Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “Em uma festa, a gente teria que encher 20 bexigas para mesa do bolo. Então tivemos que elaborar um problema matemático, cada bexiga contém 46 cm de comprimento e 67 cm de largura, quanto tempo irá demorar para encher cada bexiga e quanto de largura e comprimento daria todas juntas. R= Gostaríamos 16 minutos e 6 segundos para encher todas as bexigas e juntando todas bexigas teria 920 cm de comprimento e 1340 de largura.”

Esse grupo considerou o levantamento de dados, mais especificamente, as medidas de uma bexiga cheia. Considerando as medidas da largura e do comprimento dessa bexiga, bem como o tempo de 50 segundos para enchê-la completamente, o grupo problematizou o enchimento de 20 dessas bexigas para enfeite de uma mesa de aniversário. Por mais que a soma dos comprimentos ou das larguras das bexigas não faça sentido, a priori, o posicionamento delas em torno da mesa teria como encaminhamento a soma de algumas larguras ou comprimentos. Ainda, a soma dos tempos e a conversão de segundos para minutos representa bem o tempo que uma pessoa levaria para encher as respectivas bexigas sem descanso entre um enchimento e outro. O que podemos inferir é a originalidade na abordagem do problema, que se inspira no tema, mas não discute especificamente a gravidez.

Na figura 18, por sua vez, os estudantes realizaram a organização dos dados das bexigas em tabelas e formularam problemas envolvendo o comportamento destes dados. Este grupo, G2, apresentou diversas perguntas fechadas, porém apresentou detalhes em relação ao comportamento dos dados, caracterizando o aspecto de criatividade denominado fluência.

A6G2: Meninas, vamos usar as medidas da largura e comprimento da bexiga.

A9G2: Vamos, parece que fica mais completo né? E também ficaram bem diferentes os valores né?

A3G2: Eu pensei em fazer perguntas para comparar os valores, porque se a gente olhar, vamos perceber a grande diferença entre os números.

A19G2: Nossa, olhando os números parece que as bexigas eram diferentes né?

Figura 19 - Registro escrito dos estudantes do grupo G2

① Nosso grupo mediu a evolução de duas Bexigas. Primeiro em largura de 5 em 5 segundos depois em altura de 10 em 10 segundos. Observando os dados da tabela abaixo, responda as perguntas:

LARGURA			COMPRIMENTO		
TEMPO	MEDIDA		TEMPO	MEDIDA	
5 s	32 cm	11 cm	10 s	39 cm	5
10 s	43 cm	14 cm	20 s	24 cm	
15 s	47 cm		30 s	31 cm	7
20 s	52 cm	5 cm	40 s	39 cm	8
25 s	55 cm	2 cm	50 s	46 cm	7
30 s	60 cm	5 cm	57 s	estourou	
35 s	61 cm	1 cm			
40 s	63 cm	2 cm			
45 s	65 cm	2 cm			
50 s	67 cm	2 cm			
55 s	68 cm	1 cm			
60 s	70 cm	2 cm			
65 s	70 cm	0 cm			
70 s	70 cm	0 cm			
75 s	70 cm	0 cm			
80 s	71 cm	1 cm			
89 s	estourou				

① Qual passagem de tempo a Bexiga cresceu mais em comprimento e em largura?
R: Em largura foi de 5 s para 10 s (11 cm) e em comprimento foi de 31 cm para 39 cm (8 cm).

② Quantos centímetros a Bexiga cresceu desde os primeiros segundos até estourar em largura e em comprimento?
R: Em largura 41 cm e em comprimento 27 cm.

③ Qual a diferença de tamanho entre os dez segundos de largura e os dez segundos de comprimento?
R: 19 cm

Fonte: Registro escrito dos estudantes

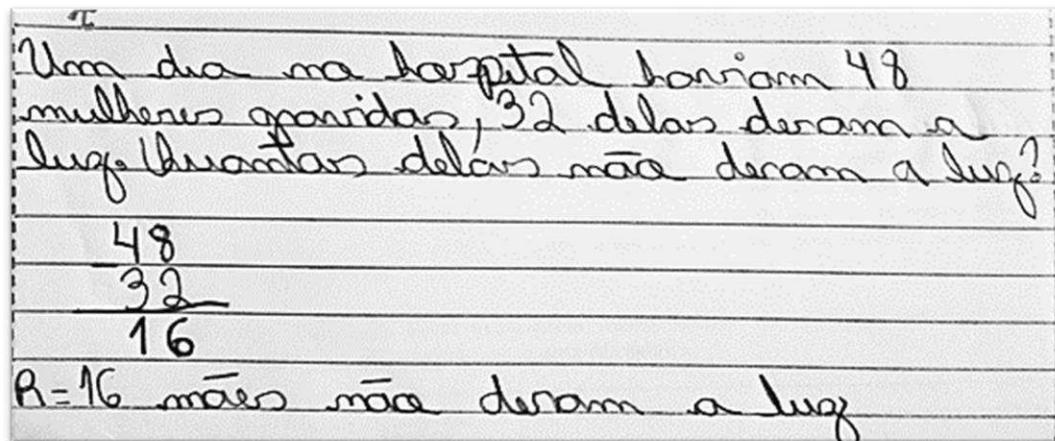
Na imagem está escrito: “Nosso grupo mediu a evolução de duas bexigas. Primeiro em largura de 5 em 5 segundos e depois em altura de 10 em 10 segundos. Observando os dados da tabela abaixo, responda as perguntas. 1) Qual passagem de tempo a bexiga cresceu mais em comprimento e em largura? R= Em largura foi de 5 s para 10 s (11 cm) e em comprimento foi e 31 cm para 39 cm (8 cm). 2) Quantos centímetros a bexiga cresceu desde os primeiros segundos até estourar em largura e em comprimento? R= Em largura 41 cm e em comprimento 27 cm. 3) Qual a diferença de tamanho entre os dez segundos de largura e os dez segundos de comprimento? R = 19 cm.”

Nessa situação fica evidente que, para formular o problema, os estudantes já antecipam uma possibilidade de resolução. Dito de outro modo, a criação de um problema passa, inferimos, pela compreensão e, conseqüentemente, antecipação da resolução associada a esse problema. Além disso, nesse caso, os estudantes buscam relações entre os dados coletados,

sugerindo uma investigação do fenômeno do enchimento das bexigas e uma preocupação dos estudantes em formular um problema a partir dessa investigação.

No âmbito do grupo G8 (figura 19), podemos identificar uma característica da atividade de Modelagem Matemática, que é a utilização de uma situação real na formulação do problema. Constatamos, também, um dos aspectos da criatividade, que é a originalidade, ou seja, “a capacidade de criar ideias que foram identificados como únicos em comparação com alunos do mesmo grupo” (VALE; BARBOSA, 2015, p. 103, trad. nossa¹⁵), no caso, em relação a outros grupos. Enquanto os outros grupos fizeram associações do tema da atividade com bexigas, o grupo G8 utilizou o tema gravidez (poucos o fizeram), apesar de o enunciado ser de uma situação fictícia e de a resolução ser facilmente realizada por meio de uma operação aritmética.

Figura 20 - Registro escrito dos estudantes do grupo G8



Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “Um dia no hospital haviam 18 mulheres grávidas, 32 delas deram à luz. Quantas delas não deram à luz? R= 16 mães não deram à luz.”

Apresentamos na figura 20 o problema formulado e a resolução do grupo G9, o qual considerou a coleta de dados realizada em sala. Podemos identificar que esses estudantes tinham como objetivo a realização da atividade proposta da maneira mais sucinta possível. Para isso, utilizaram o que estão acostumados, perguntas simples que possuem somente uma resposta.

B7G9: Olha sabe o que a gente pode fazer, falar o que foi feito aqui na aula mesmo.

B21G9: Como assim? Vamos contar como estourou a bexiga?

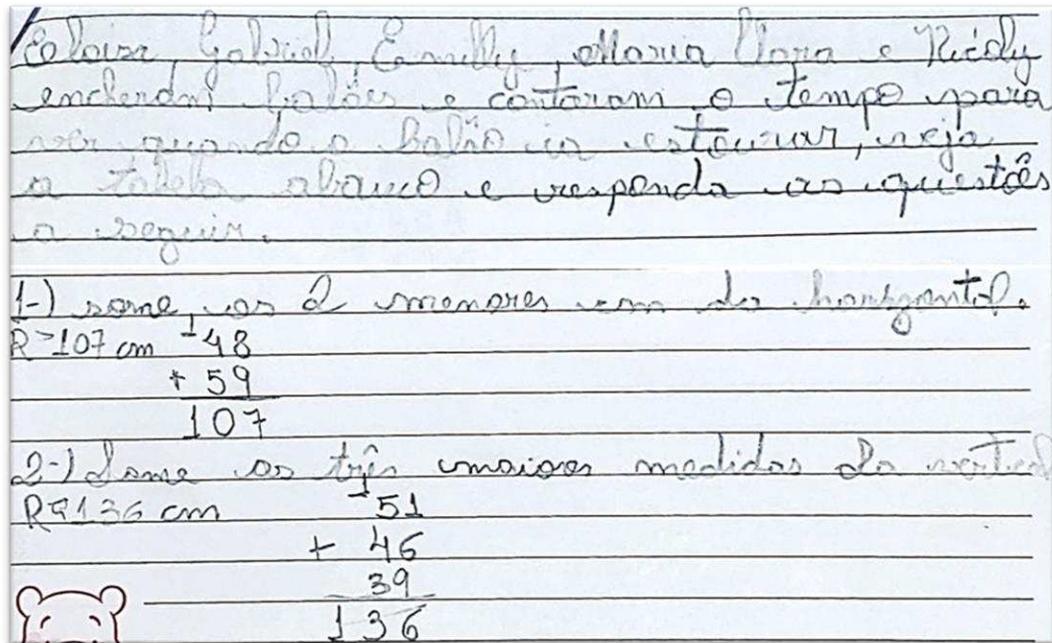
¹⁵ Tradução de: “[...] Originality is the ability to create ideas that have been identified as unique as compared to students in the same group” (VALE; BARBOSA, 2015, p. 103)

B7G9: Não, eu pensei assim, começamos falando que a gente encheu as bexigas e contamos até estourar, e depois usamos a tabela que já temos.

B5G9: Podemos fazer então contas de mais e menos com os números da tabela.

O enunciado do grupo é apresentado na Figura 20.

Figura 21 - Registro escrito dos estudantes do grupo G9



Fonte: Registro escrito dos estudantes

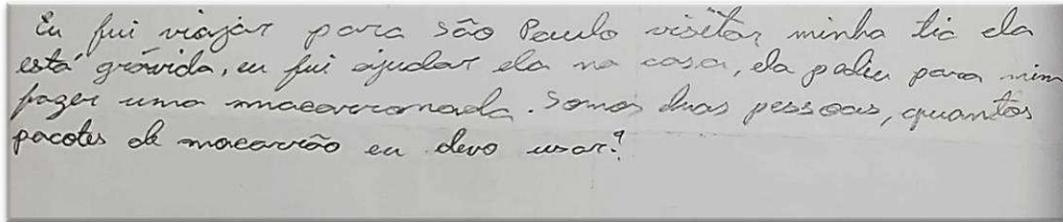
Na imagem está escrito: “Eloisa, Gabriel, Emily, Maria Clara e Nicoly encheram balões e contaram o tempo para ver quando o balão ia estourar, veja a tabela abaixo e responda as questões a seguir. 1) Some os 2 menores cm da horizontal. R= 107 cm. 2) Some as três maiores medidas da vertical. R= 136 cm.”

Nesse enunciado, observamos que os estudantes consideraram os dados coletados, bem como usaram os nomes de estudantes da própria turma, ou seja, consideraram informações reais. Todavia, ao elaborarem os enunciados que demandam o uso da matemática, parecem considerar o conteúdo matemático que pretendem abordar, adição, e não um enunciado que denote um objetivo – por que somar as medidas das bexigas? Essa atitude pode denotar a não compreensão por parte dos estudantes do porquê realizam as atividades de matemática que realizam, como se o propósito das atividades fosse sempre realizar cálculos.

Na figura 21, por sua vez, podemos observar que o grupo G14 utiliza uma situação real, inferimos, vivenciada por algum dos estudantes desse grupo, sendo essa uma das características de uma atividade de Modelagem Matemática. Por ora, podemos perceber que, apesar da pergunta ser fechada, podemos empreender diversos encaminhamentos para que se torne um

problema aberto. Consideramos, diante dos aspectos de criatividade em matemática, que há originalidade na formulação do problema.

Figura 22 - Registro escrito dos estudantes do grupo G14



Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “Eu fui viajar para São Paulo visitar minha tia ela está grávida, eu fui ajudar ela na sala, ela pediu para mim fazer uma macarronada. Somos duas pessoas, quantos pacotes de macarrão eu devo usar?”

Nas resoluções apresentadas pelos grupos, os conteúdos envolvem as quatro operações e a organização de dados em tabelas. A maioria dos grupos apresentou enunciados sobre bexigas e suas medidas, associando o seu comprimento e sua largura. Dois grupos, no entanto, relacionaram seus enunciados a “mulheres grávidas”. Os problemas formulados, em sua maioria, também envolveram a participação dos próprios estudantes, como personagens.

Atentamos para o fato de que os estudantes, no momento da produção dos dados, estavam “desacostumados” à escola, levando em consideração que o desenvolvimento dessas atividades aconteceu, após um ano e meio de pandemia. Apesar de os enunciados formulados pelos grupos terem sido, assim como aconteceu na primeira atividade de Modelagem Matemática, enunciados que denotam pouca originalidade, eles sugerem a importância de os estudantes vivenciarem nas aulas de Matemática mais oportunidades de formularem e refletirem seus próprios enunciados e a prática ao formular problemas.

Em relação ao tema inicial da atividade, vislumbrado por nós quando propusemos a atividade, a evolução da barriga de grávida, entendemos que é necessário tecer uma crítica. Primeiro que o tema, barriga de grávida, pouco ou nenhum sentido constituiu para aqueles estudantes, a não ser para o grupo G14, cujo enunciado apresentado no quadro (quadro 6) abaixo, denota que algum membro da equipe tinha uma tia grávida em outra cidade, inferimos. Segundo que a tentativa de usar bexigas para simular o crescimento da barriga de uma grávida, acabou por desviar a atenção e o interesse dos estudantes para o que, de fato, se mostrou mais efetivo para a atividade de Modelagem Matemática para os estudantes naquele momento: o enchimento de bexigas e seu uso em diferentes contextos. Entendemos que os estudantes

focaram naquilo que interessava a eles e ressignificaram o tema da atividade. Talvez, em vez de “crescimento da barriga de uma grávida” a atividade poderia se chamar “enchimento de balões para...”.

Desse modo, identificamos que os estudantes, na elaboração dos enunciados, não encontrando sentido no tema proposto inicialmente, buscaram ressignificar a proposta, elaborando enunciados ou problemas relacionados a outros temas, porém, apresentando algumas conexões com a proposta inicial. Essa constatação sinaliza, ainda, o que a literatura de Modelagem já defende há muito tempo, que os temas das atividades devem interessar aos alunos (BURAK, 1992; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Apresentamos, a seguir, um quadro (quadro 6) que evidencia as características de um problema de Modelagem Matemática e os aspectos de criatividade em matemática em cada uma das atividades selecionadas e analisadas.

Quadro 5 - Organização da segunda atividade analisada

Turmas	Grupos	Enunciados	Características de um Problema de Modelagem Matemática	Aspectos de Criatividade em Matemática
6º ano A	Grupo 1 (G1)	“Em uma festa, a gente teria que encher 20 bexigas para mesa do bolo. Então tivemos que elaborar um problema matemático, cada bexiga contem 46 cm de comprimento e 67 cm de largura, quanto tempo irá demorar para encher cada bexiga e quanto de largura e comprimento daria todas juntas. R= Gastaríamos 16 minutos e 6 segundos para encher todas as bexigas e juntando todas bexigas teria 920 cm de comprimento e 1340 de largura.”	CPM2 CPM3	Originalidade
	Grupo 2 (G2)	“Nosso grupo mediu a evolução de duas bexigas. Primeiro em largura de 5 em 5 segundos e depois em altura de 10 em 10 segundos. Observando os dados da tabela abaixo, responda as perguntas. 1) Qual passagem de tempo a bexiga cresceu mais em comprimento e em largura? R= Em largura foi de 5 s para 10 s (11 cm) e em comprimento foi e 31 cm para 39 cm (8 cm). 2) Quantos centímetros a bexiga cresceu desde os primeiros segundos até estourar em largura e em comprimento? R= Em largura 41 cm e em comprimento 27 cm. 3) Qual a diferença de tamanho entre os dez segundos de largura e os dez segundos de comprimento? R = 19 cm.”	CPM3	Fluência

6º ano B	Grupo 8 (G8)	“Um dia no hospital haviam 18 mulheres grávidas, 32 delas deram à luz. Quantas delas não deram à luz? R= 16 mães não deram à luz.”	CPM2	Originalidade
	Grupo 9 (G9)	“Eloisa, Gabriel, Emilly, Maria Clara e Nicolay encheram balões e contaram o tempo para ver quando o balão ia estourar, veja a tabela abaixo e responda as questões a seguir. 1) Some, os 2 menores cm da horizontal. R= 107 cm. 2) Some as três maiores medidas da vertical. R= 136 cm.”	CPM3	
6º ano C	Grupo 14 (G14)	“Eu fui viajar para São Paulo visitar minha tia ela está grávida, eu fui ajudar ela na sala, ela pediu para mim fazer uma macarronada. Somos duas pessoas, quantos pacotes de macarrão eu devo usar?”	CPM2	Originalidade

Fonte: Os autores

Nessa atividade, entendemos que alguns dos enunciados elaborados pelos alunos, já consideram, na escrita, parte dos encaminhamentos realizados no experimento das bexigas e que, se esses encaminhamentos fossem omitidos nos enunciados, poderiam caracterizar problemas abertos como são os problemas de Modelagem. É o caso do enunciado do grupo G1, que poderia perguntar “Para uma festa de aniversário, quantas bexigas são necessárias para enfeitar a mesa do bolo e quanto tempo leva para enchê-las?” ou, no caso do grupo G2, “Como se dá o crescimento de uma bexiga de acordo com o tempo de enchimento?”.

5.3 ATIVIDADE – “A PRODUÇÃO DE SLIME”

A terceira atividade foi realizada a partir de um tema escolhido pelos estudantes: a produção de *slime*. Os estudantes foram divididos em grupos com 4, 5, 6 ou 7 estudantes para o desenvolvimento dessa atividade. Para a escolha do tema, ocorreu uma votação acerca dos assuntos de interesses dos alunos. Os estudantes do 6º ano A, primeira turma a realizar a escolha do tema da atividade, elencou diferentes assuntos, como, por exemplo, a produção de *slime*; a construção de uma quadra no Colégio; a produção de massinha de modelar; a quantidade de litros de água que consomem os estudantes do 6º ano; a produção de geladinho; entre outros.

Como os estudantes dessa turma tinham contato com os estudantes das outras turmas (6º ano B e 6º ano C), o tema escolhido por eles, produção de *slime*, gerou interesse também dos demais, pelo fato de que os estudantes produziram sua própria *slime*. Ao iniciarmos a

terceira atividade nas outras duas turmas, os estudantes já haviam “decidido” por conta própria que o tema também seria esse.

Nessa atividade os estudantes foram responsáveis por realizarem todas as fases que caracterizaram uma atividade de Modelagem Matemática, cabendo a eles desde a escolha do tema da atividade, a formulação de um problema, a coleta de dados e a análise da situação. Para começar, os estudantes foram convidados a se direcionar para a sala de informática, para realizar uma pesquisa sobre o *slime* e como produzi-lo de modo caseiro. Após discussões, chegaram a um vídeo¹⁶ em que constam duas receitas aparentemente fáceis de produzir.

As discussões iniciais duraram uma aula de quarenta e cinco minutos e foram relacionadas à escolha da receita para a realização da produção de *slime*. Depois disso, na aula seguinte, a professora solicitou aos estudantes que fizessem uma discussão para relembrar o tema no âmbito dos grupos, momento em que foi distribuída a folha-convite contendo informações que estavam presentes nos vídeos selecionados pelos estudantes na aula anterior. A figura 22 apresenta a folha de atividade entregue aos estudantes, em tamanho reduzido.

¹⁶ Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=0iWYraelfSg>>

Figura 23 - Terceira Atividade – “A produção de Slime”

<h1 style="text-align: center;">A PRODUÇÃO DE SLIME</h1>	
<ul style="list-style-type: none"> • Conversando sobre o assunto: Vocês já ouviram falar em slime? Bom, provavelmente, vocês não só ouviram falar, como já tiveram que colocar, literalmente, as mãos na massa. A palavra <i>slime</i>, em inglês, significa algo viscoso ou pegajoso, mas atualmente ganhou popularidade ao dar nome à nova febre da criançada. Slime agora é sinônimo de uma geleca ou amoeba moderna. Independente do nome, slime nada mais é do que uma massinha de modelar caseira. A verdadeira graça está em fazê-lo com as próprias mãos. Juntar os ingredientes, fazer toda a alquimia da mistura e ver a mágica acontecer é o que deixa tudo mais divertido! Além disso, a brincadeira já começa no momento de fabricar a massa. 	
<p style="text-align: center;">Para a realização da fabricação do Slime, podem ser utilizadas duas receitas:</p>	
<p>1° Receita: <u>Ingredientes:</u> Cola transparente; Água boricada; Bicarbonato de sódio. <u>Para decorar:</u> Tinta em pó; Glitter. <u>Ferramentas:</u> Palito de picolé; Medidor.</p> <p>Como fazer: Misture todos os ingredientes em uma tigela, observe que a massa irá ganhar uma forma.</p>	<p>2° Receita: <u>Ingredientes:</u> Cola branca; Sabão Líquido. Para decorar: Tinta em pó; Glitter. <u>Ferramentas:</u> Palito de picolé.</p> <p>Como fazer: Misture todos os ingredientes em uma tigela, observe que a massa irá ganhar uma forma.</p>
<p style="text-align: center;">Baseado em seus conhecimentos matemáticos, faça uma análise dos dados apresentados, em seguida elabore e resolva um problema de matemática. Sinta-se livre para criar um problema sobre qualquer situação que queira e que esteja relacionado ao tema da atividade.</p>	

Feita uma leitura conjunta do texto da atividade e estando os estudantes em grupos, iniciamos a produção da *slime* utilizando as duas receitas. Isso ocorreu nas três turmas de 6º ano. Os estudantes foram auxiliando a professora que manipulava os ingredientes, de modo que durante a produção, os próprios estudantes iam discutindo sobre as quantidades de cada produto e concluindo quando a *slime* estava “pronta” para ser manuseada.

P: Pessoal, como sabemos que o slime está pronto?

A11G1: Professora, quando desgrudar da mão, é quando está bom.

B5G7: Professora, sabemos que quando ela fica fácil de mexer sem grudar, é quando está pronta.

C17G15: Prof, com os produtos certos, rapidinho já desgruda da sua mão e fica pronto.

Os estudantes demonstraram interesse pela atividade e mostraram propriedade ao dialogar sobre o assunto. Esse interesse se intensificou no desenvolvimento da atividade e foi importante no momento da formulação do problema. Quando concluímos a produção do *slime*, cada grupo recebeu um pedaço dele para manusear enquanto iniciavam as discussões sobre a formulação do problema, conforme indicam as seguintes manifestações.

A15G13: Vamos procurar os preços dos ingredientes, acho que vai ajudar nós.

B12G9: Qual é o preço para fazer um slime? Vamos usar isso.

C21G2: Vamos usar os preços, assim fica fácil para fazer o problema.

Para apresentar os problemas elaborados pelas turmas, nessa seção, iniciamos discutindo as produções do 6º ano A, em seguida, do 6º ano B, e finalizamos com o 6º ano C. Considerando as discussões dos estudantes do grupo G1 e a análise da figura 23, podemos identificar a característica de uma atividade de Modelagem Matemática referente à preocupação dos estudantes em considerarem a utilização de dados reais. Porém, eles utilizam somente perguntas fechadas na elaboração do enunciado. Em relação aos aspectos de criatividade em matemática, inferimos que a produção do grupo G1 contém o aspecto denominado fluência que, segundo Vale (2015, p. 10) “é a capacidade de produzir um grande número de resoluções para mesma tarefa”, nesse caso, os estudantes apresentam os dados em tabelas com os preços equivalentes aos produtos e, além disso, demonstram uma análise referente às tabelas.

A20G1: Escuta se vocês concordam, nós temos duas receitas, então podemos fazer duas tabelas com os preços, que nós vamos pesquisar.
A9G1: Com esses preços a atividade vai ficar melhor.

A19G1: Tá, vamos começar, os preços tem que ser verdadeiro né, será que no Google tem?

A9G1: Tem sim, eu vou pesquisar.

A3G1: Enquanto vocês pesquisam, eu vou pensar na pergunta.

Figura 24 - Registro escrito dos estudantes do grupo G1

1) Observe as tabelas abaixo

Receita 1	
Ingrediente	Preço
Pó de Transparente	R\$ 29,99
Líquido Brancado	R\$ 01,86
Reservatório de pó	R\$ 02,20
Limpa em pó	R\$ 05,99
Plitex	R\$ 03,98
Pó de pó de pó	R\$ 03,99

Receita 2	
Ingredientes	Preço
Dalão líquido	R\$ 20,99
Pó Branco	R\$ 10,00
Limpa em pó	R\$ 05,99
Plitex	R\$ 05,98
Pó de pó de pó	R\$ 03,99

ligado com base nas informações acima responda:

Ⓐ Qual a diferença do preço total entre as duas tabelas?
R: A diferença é de R\$ 03,36

Ⓑ Qual é o valor mais alto?
R: A receita 1 que ficou com R\$ 50,01

Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “1) Observem as tabelas abaixo. Agora com base nas informações acima responda: A) Qual a diferença do preço total entre as duas tabelas? R: A diferença é de R\$ 03,36. B) Qual é o valor mais alto?

R: A receita 1 que ficou com R\$ 50,01”.

Já no caso do grupo G2, ao analisarmos a atividade e o diálogo dos estudantes, percebemos, a distribuição de tarefas aos membros do grupo e também, uma preocupação em transparecer na formulação do problema o fato de ser uma situação real, característica de uma atividade de Modelagem Matemática. Também entendemos que o grupo utiliza de um problema aberto, com capacidade de acrescentar dados e outras formas de resolução. Compreendemos também a possibilidade de um aspecto da criatividade em matemática, que é a elaboração, ou seja, onde há “grande quantidade de detalhes de uma ideia” (GONTIJO, 2007, p. 37), pois os

estudantes, ao pesquisarem valores reais para os ingredientes do *slime*, apresentam detalhes de como seria a utilização dessas informações reais.

A7G2: Primeiro vamos pesquisar os valores dos ingredientes.

A13G2: Tá, você pesquisa, eu preciso pensar como a gente vai colocar esses valores numa pergunta.

A7G2: Calma, pensa assim, nós fomos comprar os ingredientes e levamos dinheiro, será que dá o dinheiro?

A13G2: Nossa, você me deu uma ideia, para ficar legal a pergunta, vamos criar uma história com nós duas.

Figura 25 - Registro escrito dos estudantes do grupo G2

pergunta:

Duas amigas foram numa papelaria comprar os ingredientes para slime, e calculou quantos que elas gastaram, elas levaram R\$ 50,00 reais quantos que elas gastou?

Resposta: Elas gastaram R\$ 13,52 reais nos ingredientes.

Fonte: Registro escrito dos estudantes

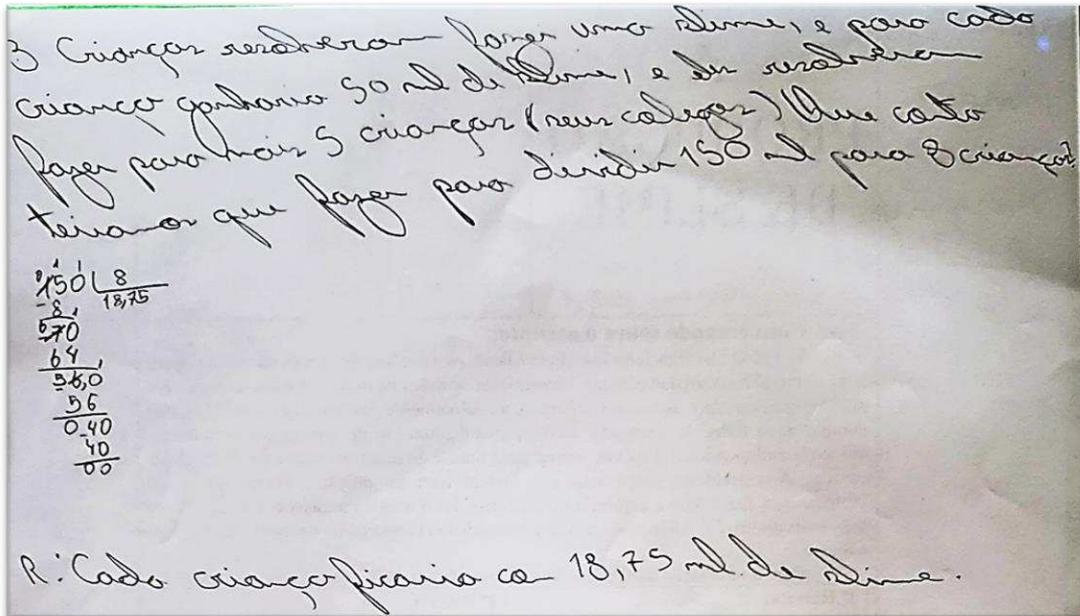
Na imagem está escrito: “Pergunta: Duas amigas foram numa papelaria comprar os ingredientes para slime, e calculou quantos que elas gastaram, elas levaram R\$50,00 reais quantos que elas gastou? Resposta: Elas gastaram R\$13,52 reais nos ingredientes.”

Considerando o diálogo do grupo G2 e o problema formulado por eles, podemos supor uma dificuldade entre o que é “a intenção” dos estudantes e o que é “o texto escrito resultado da atividade”. Embora alguns elementos manifestados no diálogo estejam presentes no enunciado do problema, a ideia de perguntar se o dinheiro seria suficiente, bem como o preço dos ingredientes pesquisados para a resolução, não aparecem. Isso denota, entendemos, a pouca prática dos estudantes em estruturarem seus problemas ou mesmo de refletirem sobre os enunciados dos problemas com que lidam no dia a dia.

Considerando a atividade apresentada na figura 25, do grupo G3, identificamos um problema aberto que envolve uma situação real, que é a produção de *slime* para uma quantidade de crianças. Há também a utilização de medidas de capacidade, o que poderia caracterizar o problema como original diante dos outros construídos pela turma, pois a originalidade pode ser

entendida como “a capacidade de criar ideias que foram identificadas como únicas em comparação com alunos do mesmo grupo” (VALE; BARBOSA, 2015, p. 103, trad. nossa¹⁷).

Figura 26 - Registro escrito dos estudantes do grupo G3



Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “3 crianças resolveram fazer uma slime, e para cada criança ganharia 50 ml de slime, e eles resolveram fazer para 5 crianças (seus colegas). Que conta teríamos que fazer para dividir 150 ml para 8 crianças? R: Cada criança ficaria com 18,75 ml de slime.”

Nessa produção do grupo G3 é possível observar a preocupação dos estudantes de que o problema elaborado faça, de fato, sentido para o grupo. Quando explicam que os 150ml de *slime* produzido inicialmente para três estudantes, seriam divididos para essas três e para mais cinco, fazem questão de frisar que esses cinco estudantes são “seus colegas”, como quem materializam uma situação em que precisam dividir o “brinquedo” com amigos.

Os estudantes do grupo G7, por sua vez, organizaram os dados referente aos ingredientes e seus preços e formularam um enunciado envolvendo os respectivos dados. Este grupo, apesar de apresentar diversas perguntas fechadas, apresentou detalhes em relação ao comportamento dos dados, caracterizando o aspecto de criatividade “fluência”.

Nessa situação, para formular o problema, os estudantes parecem já antecipar uma possibilidade de resolução.

¹⁷ Tradução de: “[...] Originality is the ability to create ideas that have been identified as unique as compared to students in the same group” (VALE; BARBOSA, 2015, p. 103).

B5G7: Eu acho legal a gente descobrir quanto fica para fazer o slime.

B16G7: Podemos marcar de cada um comprar uma coisa e vamos fazer.

B7G7: Tá, pode ser. Mas vamos fazer o problema agora, como se fosse nós. A gente pesquisou os preços e calculamos para saber quanto gasta.

B5G7: Nossa, que ideia boa, já fazemos a atividade e já sabemos o preço total para nós fazer.

Figura 27 - Registro escrito dos estudantes do grupo G7

Maria quer fazer uma slime mas não sabe a quantidade de dinheiro que precisa levar, ajude Maria a descobrir quanto precisa levar

Cola transparente: 20 R\$
 água boricada: 3,50 R\$
 Bicarbonato de sódio: 0,50 R\$
 Para decorar (opcional)
 tinta em pó: 4,30 R\$
 Glitter: 1,00 R\$
 Ferramentas:
 palito de picolé
 Medidas: 10,50 R\$

R= Maria precisa levar 39,8 R\$ para o mercado

B-) Qual o item mais caro da lista?
 R= Cola transparente (20,00 R\$)

C) Qual o mais barato?
 R= Bicarbonato de sódio

D) Multiplique o item mais caro pelo item mais barato.

	1
	0,50
	x 20

	+ 0 00
	10 00

	10,00

Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: "Maria quer fazer uma slime mas não sabe a quantidade de dinheiro que precisa levar, ajude a Maria a descobrir quanto precisa levar. R= Maria precisa levar 39,8 R\$ para o mercado. B) Qual o item

mais caro da lista? R= Cola transparente (20,00R\$). C) Qual o mais barato? R= Bicarbonato de sódio. D) Multiplique o item mais caro pelo item mais barato. R= 10,00 R\$. “

Observamos, neste caso, o modo do grupo registrar o símbolo referente à unidade de medida “reais” (R\$). Primeiro, que utilizam duas barras verticais para cruzar o S quando o correto é apenas um. Segundo, que utilizam o símbolo após o valor numérico, ao contrário do convencional. Ao proceder desse modo, é como se os estudantes do grupo representassem os valores literalmente na ordem como os lemos. Por exemplo, vinte reais foram representados pelo grupo como 20,00 R\$, e não R\$20,00.

Nessa situação, ainda, se tomarmos como enunciado somente sua primeira parte - *Maria quer fazer uma slime mas não sabe a quantidade de dinheiro que precisa levar, ajude a Maria a descobrir quanto precisa levar* – podemos entender o problema como aberto, uma das características das atividades de Modelagem Matemática, uma vez que, para respondê-lo, precisam conhecer uma receita para a produção do slime e pesquisar preços dos produtos necessários para sua produção. Só assim, terão condições de responder ao problema. Já os itens b, c e d, embora não sejam foco da atividade, denotam uma possível impressão dos estudantes de que um problema precisa “dar trabalho” e isso pode ser bem representado quando há vários itens para se resolver no enunciado.

Já em relação à produção do grupo G9, também podemos observar a utilização de uma situação real. Constatamos, acerca dos aspectos de criatividade em matemática, que há originalidade na formulação do problema, pois diferentemente dos outros grupos, nesse grupo em específico há uma abordagem totalmente diferente, o problema envolve o tema da atividade e uma unidade de tempo (minutos).

B14G9: Vamos começar colocando os preços que a gente encontrou?

B9G9: Eu acho que podíamos fazer uma coisa diferente.

B14G9: Um problema diferente? Como assim?

B9G9: Eu pensei assim, em três minutos eu faço 7 slimes, quanto eu consigo fazer em 1 hora? Sei lá, não sei.

B11G9: Acho que entendi, o que você quer fazer.

Pelo diálogo, é possível perceber que construir um “problema diferente” era intenção dos estudantes, o que denota a preocupação do grupo em proceder diferente do que poderiam fazer os colegas ou mesmo diferente do modo como haviam realizado as atividades anteriores.

Apesar da pergunta ser fechada, podemos empreender encaminhamentos para que se torne um problema aberto. Além disso, o diálogo acima indica a possibilidade de outro aspecto da criatividade, que é a flexibilidade. Segundo Vale (2015, p. 10), flexibilidade é a “capacidade de pensar modos diferentes, para produzir uma variedade de ideias diferentes sobre o mesmo problema”. Isso porque os estudantes haviam pensado em produzir um enunciado com os valores que pesquisaram para os preços dos produtos necessários para a receita do *slime*, mas a partir de uma discussão decidiram fazer diferente e, neste contexto, consideraram o tempo para a produção do brinquedo.

Figura 28 - Registro escrito dos estudantes do grupo G9

1) Se eu consigo fazer 7 slimes em 3 minutos, quantos slimes eu consigo fazer em 15 dias?

$7 = 30 \text{ min}$
 $14 = 1 \text{ H}$
 $336 = 24 \text{ H}$
 $5040 = 15 \text{ DIAS}$

$$\begin{array}{r} 74 \\ \times 24 \\ \hline 280 \\ + 280 \\ \hline 336 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 336 \\ \times 14 \\ \hline 1344 \\ + 3360 \\ \hline 5040 \end{array}$$

5040 slimes em 15 dias

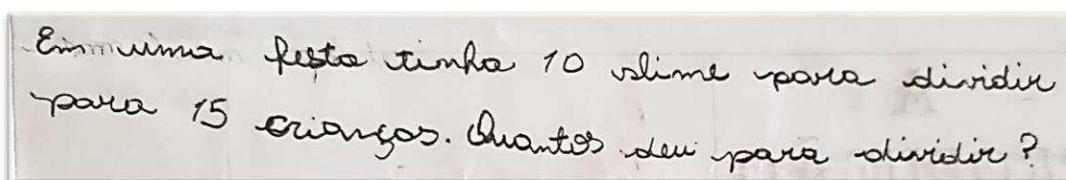
Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “1) Se eu consigo fazer 7 slimes em 3 minutos, quantos slimes eu consigo fazer em 15 dias?”

O grupo G9 apresentou um problema aberto, considerando as características de um problema de Modelagem Matemática. Há indícios também de um dos aspectos da criatividade, que é a originalidade, considerando aspectos de tempo de produção do *slime*. Porém, os estudantes parecem não problematizar se faz ou não sentido calcular quantos *slimes* seriam produzidos em quinze dias interruptos de produção. Embora os cálculos estejam corretos, os estudantes poderiam discutir a pertinência ou não do enunciado, prática, inferimos, pouco recorrente nas aulas de Matemática.

Apresentamos na figura 28 o problema formulado e a resolução do grupo G12. Este grupo considerou a experiência vivenciada em sala de aula, mas acrescentou um ambiente diferente ao enunciado.

Figura 29 - Registro escrito dos estudantes do grupo G12



Em uma festa tinha 10 slime para dividir para 15 crianças. Quantos deu para dividir?

Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “Em uma festa tinha 10 slime para dividir para 15 crianças. Quantos deu para dividir?”

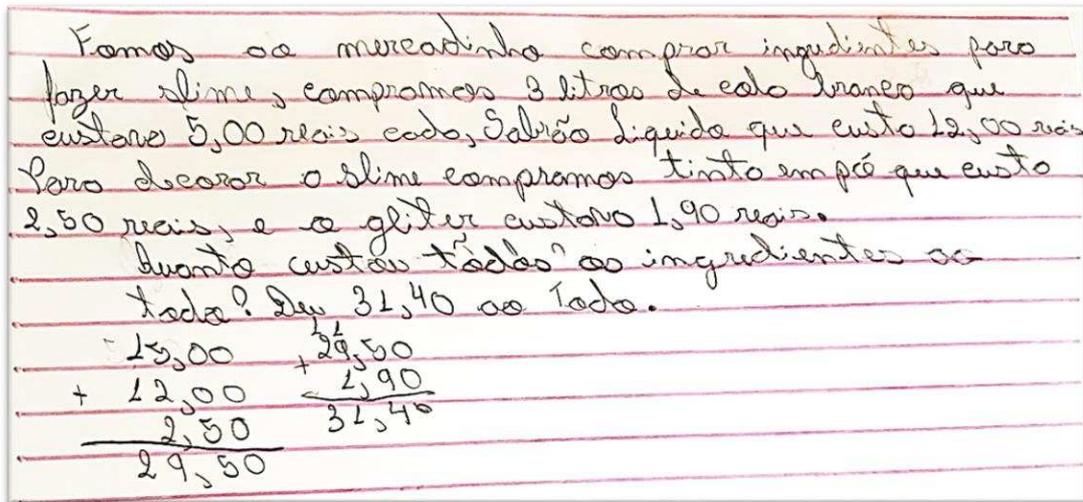
O enunciado produzido pelo grupo representa bem enunciados trabalhados comumente em sala de aula: perguntas simples que possuem somente uma resposta. Essa produção denota tanto o fato de que os estudantes estão habituados a resolver e não a formular problemas, quanto a importância de a prática de formulação de problemas ser mais recorrente em sala de aula. Segundo Lima e Segadas (2015):

[...] a atividade de formular problemas pelo próprio aluno é fundamental nas aulas de matemática. Acreditamos que através dela poderemos observar se um aluno compreende o que é um problema. Dessa maneira, possibilita que ele formule, construa e discuta problemas, desenvolvendo outras habilidades (LIMA; SEGADAS, 2015, p. 50).

Portanto, o questionamento desse grupo reproduz enunciados com o qual estão habituados, com uma pergunta fechada, impossibilitando, assim, a flexibilidade no processo de resolução e requerendo apenas a leitura atenta do solucionador.

Na produção do grupo G13, por sua vez, os estudantes consideram um contexto (que podem ter vivenciado ou vislumbravam vivenciar) de ida a um supermercado para comprar os ingredientes para fazer o *slime* (figura 29). Entendemos que consideram um contexto real, característica de uma atividade de Modelagem Matemática.

Figura 30 - Registro escrito dos estudantes do grupo G13



Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “Fomos ao mercadinho comprar ingredientes para fazer slime, compramos 3 litros de cola branca que custava 5,00 reais cada, sabão líquido que custa 12,00 reais, para decorar o slime compramos tinta em pó que custa 2,50 reais, e o glitter custava 1,90 reais. Quanto custou todos os ingredientes ao todo? Deu 31,40 ao todo”.

Apesar de a pergunta ser fechada, o que se pode entender é que ela foi originada de uma pergunta mais aberta que gerou uma investigação pelos estudantes – quanto custa produzir um slime? –. No entanto, como estão habituados a resolver problemas cujos dados já estão disponíveis no enunciado, o que fazem é formular um enunciado que já utiliza a resolução empreendida pelo grupo, desde a consulta dos produtos, de seus preços e da soma dos valores correspondentes à sua compra. O enunciado contempla, portanto, a resolução dos estudantes. Essa produção exemplifica o que temos afirmado no decorrer dessa análise, a reflexão de que os estudantes, para formular o problema, já antecipam uma possibilidade de resolução. Dito de outro modo, a criação de um problema passa, inferimos, pela compreensão e conseqüentemente antecipação da resolução associada a esse problema.

Neste caso, para que o problema fosse considerado “aberto”, bastaria tirar do enunciado as informações pesquisadas, de modo que a coleta de dados fizesse parte da resolução.

O último grupo cuja produção é analisada é o grupo G14, da turma do 6º ano C. Entendemos que embora os estudantes não tenham apresentado resolução para o problema, o que denota a dificuldade de se formular um possível encaminhamento e de empreender uma solução, há um problema que se aproxima de um problema de Modelagem Matemática.

Isso porque o problema do grupo G14 é aberto, ou seja, possibilita encabeçar diferentes encaminhamentos de resolução e construir diferentes soluções condizentes com esses

encaminhamentos. Além disso, envolve uma situação real de um contexto familiar. Todavia, o enunciado parece refletir a intenção dos estudantes (e o compromisso deles) com os números e a matemática do problema e não com o sentido da presença desses números no contexto em que são utilizados – 25 netos da avó do estudante, conforme observamos na figura 30.

Figura 31 - Registro escrito dos estudantes do grupo G14

Na casa da minha vó tinha 25 netos e minha vó fez 10 slime para 25 netos ela precisou	
cola transparente	25
água borucada	20
bicarbonato de sodio	00
tinta e pó	250+
Glitter	250
ferrocimentos	
para decorar	
palito de picolé	
medidor	

Fonte: Registro escrito dos estudantes

Na imagem está escrito: “Na casa da minha vó tinha 25 netos e minha vó fez 10 slime para 25 netos ela precisou”

Frequentemente, observamos nas resoluções dos estudantes uma relação na formulação e na apresentação das ideias. É importante destacar que os grupos são de turmas distintas, mas ambas repetiram o padrão “costume” de fazer uma apresentação inicial de um possível problema, expor dados reais em tabelas, utilizando personagens que em alguns casos, são os próprios integrantes do grupo, associação de quantidades e, por fim, realizar a formulação de perguntas fechadas. Ainda, entre os conteúdos abordados nas resoluções pelos grupos, estão as quatro operações básicas, proporção, organização dos dados em tabela, medida de capacidade, medidas de tempo, entre outros.

Os grupos relacionaram o tema da atividade, “A produção de slime”, com valores monetários. Observando os problemas apresentados pelos estudantes de todas as turmas, verificamos que são problemas que podem ser considerados corriqueiros, típicos e parecidos com aqueles apresentados em livros didáticos, isso porque, inferimos, os estudantes estão familiarizados com essa forma de apresentação de problemas em matemática e não conhecem

outro modo de apresentação. Isso acontece inclusive quando os estudantes, nitidamente, parecem resolver outros problemas, como a pesquisa de preços e de produtos, para depois formular um enunciado cuja resolução já lhe é conhecida.

Com base nas formulações que surgiram dessa atividade, observamos que os estudantes consideraram sua experiência de produção de slime em sala de aula e estabeleceram relações com seus conhecimentos prévios, matemáticos e extramatemáticos. Quanto aos aspectos de criatividade suscitados nas atividades, embora nem todos os aspectos tenham figurado em algum momento na elaboração dos enunciados, nem todos figuraram ao mesmo tempo, ou na mesma elaboração. Há de se considerar, ainda, que os estudantes se dedicaram no desenvolvimento da atividade de Modelagem e que o interesse pela atividade pode ter contribuído para com a manifestação de aspectos da criatividade na formulação dos problemas.

Apresentamos, a seguir, um quadro (quadro 7) que evidencia as características de um problema de Modelagem Matemática e os aspectos de criatividade em matemática em cada uma das atividades selecionadas e analisadas.

Quadro 6 - Organização da terceira atividade analisada

Turmas	Grupos	Enunciados	Características de um Problema de Modelagem Matemática	Aspectos de Criatividade em Matemática
6º ano A	Grupo 1 (G1)	“1) Observem as tabelas abaixo. Agora com base nas informações acima responda: A) Qual a diferença do preço total entre as duas tabelas? R: A diferença é de R\$ 03,36. B) Qual é o valor mais alto?”	CPM2	Fluência
	Grupo 2 (G2)	“Pergunta: Duas amigas foram numa papelaria comprar os ingredientes para slime, e calculou quantos que elas gastaram, elas levou R\$50,00 reais quantos que elas gastou?”	CPM1 CPM2	Elaboração
	Grupo 3 (G3)	“3 crianças resolveram fazer uma slime, e para cada criança ganharia 50 ml de slime, e eles resolveram fazer para 5 crianças (seus colegas). Que conta teríamos que fazer para dividir 150 ml para 8 crianças?”	CPM1 CPM2	Originalidade
6º ano B	Grupo 7 (G7)	“Maria quer fazer uma <i>slime</i> mas não sabe a quantidade de dinheiro que precisa levar, ajude a Maria a descobrir quanto precisa levar. R= Maria precisa levar 39,8 R\$ para o mercado. B) Qual o item mais caro da lista? R= Cola transparente (20,00R\$). C) Qual o mais barato? R= Bicarbonato de sódio. D) Multiplique o item mais caro pelo item mais barato. R= 10,00 R\$.”	CPM1	Fluência

	Grupo 9 (G9)	“1) Se eu consigo fazer 7 slimes em 3 minutos, quantos slimes eu consigo fazer em 15 dias? “	CPM1 CPM2	Flexibilidade Originalidade
6º ano C	Grupo 12 (G12)	“Em uma festa tinha 10 slime para dividir para 15 crianças. Quantos deu para dividir? “	CPM2 CPM3	
	Grupo 13 (G13)	“Fomos ao mercadinho comprar ingredientes para fazer slime, compramos 3 litros de cola branca que custava 5,00 reais cada, sabão líquido que custa 12,00 reais, para decorar o slime compramos tinta em pó que custa 2,50 reais, e o glitter custava 1,90 reais. Quanto custou todos os ingredientes ao todo?”	CPM2 CPM3	
	Grupo 14 (G14)	“Na casa da minha vó tinha 25 netos e minha vó fez 10 slime para 25 netos ela precisou”.	CPM1 CPM2 CPM3	Flexibilidade Originalidade

Fonte: Os autores

Nessa situação, também é possível verificar que os enunciados elaborados pelos diferentes grupos, já consideram o processo de pesquisa de preços realizado nas aulas sobre o valor de cada produto que constitui uma receita de slime e mesmo a própria receita. Possivelmente isso tenha acontecido devido ao momento da aula em que os estudantes elaboraram seus problemas. Uma pequena mudança no momento da aula em que o problema fosse elaborado, antes da pesquisa de uma receita de slime e de preços dos produtos, poderia desencadear a formulação de problemas abertos, como “Do que e de quanto precisamos para fazer slime para todos os estudantes da nossa sala?”.

6 ANÁLISE GLOBAL

Nessa seção retomamos um dos objetivos específicos da dissertação, inferir possíveis associações entre as características da Modelagem Matemática e os aspectos de criatividade identificados na ação de formular de problemas, com a finalidade de respaldar e responder o problema de pesquisa. Portanto, na análise global, considerando o conjunto das três atividades, utilizamos os quadros 5, 6 e 7 para vislumbrar essas associações entre os aspectos de criatividade em Matemática e as características de Modelagem Matemática na formulação de problemas.

6.1 SOBRE O ASPECTO DE ORIGINALIDADE

No momento em que em que realizamos as análises específicas das três atividades desenvolvidas (capítulo 5), constatamos algumas características de problema de Modelagem Matemática e inferimos alguns dos aspectos da criatividade em Matemática. Nessa seção em específico, retomamos os momentos em que identificamos o aspecto de *originalidade*, conforme apresentado no quadro 8.

Quadro 7 - Originalidade nas produções escritas dos estudantes

Atividade	Turma	Grupos	Enunciados	Características de um Problema Modelagem Matemática
1ª	6ºA	Grupo 5 (G5)	“Eu e minhas seis amigas fomos a inauguração de uma cafeteria no shopping muito conhecida. Observe e complete a tabela abaixo. Qual foi o total da conta?”	CPM2 CPM3
1ª	6ºA	Grupo 6 (G6)	Eu fui na casa dos meus avós para passar as férias, quando eu cheguei lá eles pediram para eu fazer o café. Quantas ML eu preciso para fazer o café?”	CPM1 CPM2
1ª	6º B	Grupo 7 (G7)	“O café do time A foi 60 colheres de café. O time B foi 70 colheres de café. O café do time A tinha 10 colheres de açúcar. O time B tinha 15 colheres de açúcar. Obs: cada time tem 40 jogadores. Qual grupo gastou mais?”	CPM2 CPM3
1ª	6ºC	Grupo 15 (G15)	“Já que 500 ml são 3 colheres de sopa. 1000 ml será 6 colheres de sopa de café. Se eu triplicar será 1500 ml.”	CPM3
			“Em uma festa, a gente teria que encher 20 bexigas para mesa do bolo. Então tivemos que elaborar um problema matemático, cada bexiga contem 46 cm de comprimento e 67 cm	

2ª	6ºA	Grupo 1 (G1)	de largura, quanto tempo irá demorar para encher cada bexiga e quanto de largura e comprimento daria todas juntas. R= Gastaríamos 16 minutos e 6 segundos para encher todas as bexigas e juntando todas bexigas teria 920 cm de comprimento e 1340 de largura.”	CPM2 CPM3
2ª	6ºB	Grupo 8 (G8)	“Um dia no hospital haviam 18 mulheres grávidas, 32 delas deram à luz. Quantas delas não deram à luz? R= 16 mães não deram à luz.”	CPM2
2ª	6ºC	Grupo 14 (G14)	“Eu fui viajar para São Paulo visitar minha tia ela está grávida, eu fui ajudar ela na sala, ela pediu para mim fazer uma macarronada. Somos duas pessoas, quantos pacotes de macarrão eu devo usar?”	CPM2
3ª	6ºA	Grupo 3 (G3)	“3 crianças resolveram fazer uma slime, e para cada criança ganharia 50 ml de slime, e eles resolveram fazer para 5 crianças (seus colegas). Que conta teríamos que fazer para dividir 150 ml para 8 crianças?”	CPM1 CPM2
3ª	6º B	Grupo 9 (G9)	“1) Se eu consigo fazer 7 slimes em 3 minutos, quantos slimes eu consigo fazer em 15 dias? “	CPM2
3ª	6ºC	Grupo 14 (G14)	“Na casa da minha vó tinha 25 netos e minha vó fez 10 slime para 25 netos ela precisou”.	CPM1 CPM2 CPM3

Fonte: Os autores

Em todos os enunciados apresentados nesse quadro identificamos o aspecto de criatividade *originalidade*, que, segundo Gontijo (2007, p.37), referem-se a “respostas infrequentes ou incomuns”. Ou seja, em um determinado grupo de produções, puderam ser consideradas produções originais aquelas que possuem enunciados incomuns, tomando como referência o conjunto de produções.

Ao analisarmos o aspecto de originalidade de acordo com as três características de um problema de Modelagem Matemática (CPM1, CPM2, CPM3), verificamos que de um total de dez enunciados, somente em três há a característica CPM1 – **Problemas abertos** que possibilitam encabeçar diferentes encaminhamentos de resolução e construir diferentes soluções condizentes com esses encaminhamentos (SOUZA; MALHEIROS, 2019; VIANA; VERTUAN, 2019; SETTI; WAIDEMAN; VERTUAN, 2021). Em relação à terceira característica CPM3 – Problemas que têm (e demandam) o **trabalho em grupo** como essência (PEREIRA, 2008), percebemos que a metade dos grupos apresentou a característica de trabalhar em grupo na elaboração do enunciado e desenvolvimento da atividade de Modelagem.

Do total de dez enunciados, oito deles possuem como característica o envolvimento de uma situação real, CPM2 – Problemas que focam **situações reais** e o cotidiano dos estudantes, com uma vinculação exigente entre as informações da situação real e a Matemática (SOUZA; MALHEIROS, 2019; ELFRINGHOF; SCHUKAJLOW, 2021).

Inferimos, a partir dessa constatação que, no caso dos dados desta pesquisa, a originalidade parece estar associada aos conhecimentos de mundo dos estudantes e, portanto, da possibilidade de poderem considerar esses conhecimentos na formulação de um problema, característica da Modelagem Matemática - CPM2. Isso corrobora com o que afirmam Alencar e Fleith (2003, p. 63), de que “para compreender por que, quando e como novas ideias são produzidas, é necessário considerar tanto variáveis internas, quanto variáveis externas ao indivíduo”. Nesse caso, tanto o contexto de proposição das atividades de Modelagem Matemática, as características desse tipo de atividade, quanto aquilo que cada estudante conhece de mundo e colocam em jogo quando são provocados a pensar e discutir um determinado assunto.

6.2 SOBRE O ASPECTO DE FLUÊNCIA

No quadro 9, retomamos as situações em que identificamos, no decorrer das análises específicas, o aspecto de *fluência* nos enunciados elaborados pelos estudantes.

Quadro 8 - Fluência nas produções escritas dos estudantes

Atividade	Turmas	Grupos	Enunciados	Características de um Problema de Modelagem Matemática
1º	6º ano A	Grupo 5 (G5)	“Eu e minhas seis amigas fomos a inauguração de uma cafeteria no shopping muito conhecida. Observe e complete a tabela abaixo. Qual foi o total da conta?”	CPM2 CPM3
	6º ano C	Grupo 15 (G15)	“Já que 500 ml são 3 colheres de sopa. 1000 ml será 6 colheres de sopa de café. Se eu triplicar será 1500 ml.”	CPM3
2º	6º ano A		“Nosso grupo mediu a evolução de duas bexigas. Primeiro em largura de 5 em 5 segundos e depois em altura de 10 em 10 segundos. Observando os dados da tabela abaixo, responda as perguntas. 1) Qual passagem de tempo a bexiga cresceu mais em comprimento e em largura? 2) Quantos centímetros a bexiga cresceu desde os	CPM3

		Grupo 2 (G2)	primeiros segundos até estourar em largura e em comprimento? 3) Qual a diferença de tamanho entre os dez segundos de largura e os dez segundos de comprimento?”	
3°	6° ano A	Grupo 1 (G1)	“1) Observem as tabelas abaixo. Agora com base nas informações acima responda: A) Qual a diferença do preço total entre as duas tabelas? B) Qual é o valor mais alto?”	CPM2
	6° ano B	Grupo 7 (G7)	“Maria quer fazer uma <i>slime</i> mas não sabe a quantidade de dinheiro que precisa levar, ajude a Maria a descobrir quanto precisa levar. B) Qual o item mais caro da lista? C) Qual o mais barato? D) Multiplique o item mais caro pelo item mais barato.”	CPM1

Fonte: Os autores

Nesta seção destacamos o aspecto de criatividade denominado *fluência*, que segundo Alencar e Fleith (2003, p. 27), é “a habilidade do indivíduo para gerar um número relativamente grande de ideias na área de atuação”. No caso dos enunciados elaborados, uma produção com fluência apresenta diversas ideias distintas sobre um mesmo assunto.

Ponderamos que, embora o aspecto fluência tenha figurado pouco nos dados e possa ser associado às três características de Modelagem (CPM1, CPM2, CPM3), de um total de cinco enunciados, três deles possuem como característica o trabalho em grupo (CPM3 – Problemas que têm (e demandam) o **trabalho em grupo** como essência) (PEREIRA, 2008).

É possível inferir, no contexto da presente pesquisa, que o trabalho em grupo, característica de uma atividade de Modelagem Matemática, pode ser associado à fluência em Matemática, característica da criatividade que pode ser observada pela quantidade de ideias mobilizadas na resolução (nesse caso, da tarefa de formular um problema a investigar). O trabalho em grupo, ao possibilitar a negociação de significados entre os estudantes e provocar a necessidade de comunicação e discussão de ideias entre eles, inferimos, contribui para que uma resolução em matemática apresente diferentes ideias, um dos aspectos associados à criatividade.

6.3 SOBRE O ASPECTO DE FLEXIBILIDADE

No quadro 10, retomamos os enunciados aos quais associamos, no momento das análises específicas, a característica *flexibilidade*.

Quadro 9 - Flexibilidade nas produções escritas dos estudantes

Atividade	Turmas	Grupos	Enunciados	Características de um Problema de Modelagem Matemática
1º	6º ano A	Grupo 4 (G4)	“Em uma escola existem 400 alunos, a cantina da escola planejou fazer uma xícara de café para cada aluno, sabendo que para cada 500 ml de café é preciso 3 colheres de café em pó, cada xícara de café contém 50 ml. Quantos ml de água e quantas colheres de café em pó serão precisos para produzir todas as xícaras de café? R= Serão precisos 20 L de água e 120 colheres de café em pó.”	CPM2 CPM3
		Grupo 6 (G6)	Eu fui na casa dos meus avós para passar as férias, quando eu cheguei lá eles pediram para eu fazer o café. Quantas ML eu preciso para fazer o café?”	CPM1 CPM2
	6º ano C	Grupo 12 (G12)	“Numa festa tinha vinte pessoas, e cada pessoa queria duas xícaras de café, então vamos fazer café para eles. Eu vou fazer um café de 200ml, uma xícara de café”	CPM2
3º	6º ano B	Grupo 9 (G9)	“1) Se eu consigo fazer 7 slimes em 3 minutos, quantos slimes eu consigo fazer em 15 dias? “	CPM2
	6º ano C	Grupo 14 (G14)	“Na casa da minha vó tinha 25 netos e minha vó fez 10 slime para 25 netos ela precisou”.	CPM1 CPM2 CPM3

Fonte: Os autores

Segundo Gontijo (2007, p. 37), a flexibilidade é a “capacidade de alterar o pensamento ou conceber diferentes categorias de respostas”. Pode ser associada à “ação do indivíduo de fazer inúmeras mudanças na forma como uma situação ou problema é tomado” (DAL PASQUALE JUNIOR, 2019, p. 50).

Conforme apresentado no quadro 10, ao tomar o conjunto de dados dessa pesquisa, podemos inferir que quando é possível identificar na produção criativa a flexibilidade, está frequentemente associada a característica CPM2 - Problemas que focam **situações reais** e o cotidiano dos estudantes, com uma vinculação exigente entre as informações da situação real e a Matemática (SOUZA; MALHEIROS, 2019; ELFRINGHOF; SCHUKAJLOW, 2021).

É possível associar também, porém de modo menos frequente, a característica CPM1 – **Problemas abertos** que possibilitam encabeçar diferentes encaminhamentos de resolução e construir diferentes soluções condizentes com esses encaminhamentos (SOUZA; MALHEIROS, 2019; VIANA; VERTUAN, 2019; SETTI; WAIDEMAN; VERTUAN, 2021) e a característica CPM3 - Problemas que têm (e demandam) o **trabalho em grupo** como essência (PEREIRA, 2008).

No caso da flexibilidade, destacamos a associação da característica CPM1 de um problema de Modelagem Matemática, de os problemas serem abertos. Se por um lado, ao tratarem de situações reais, as atividades denotam flexibilidade dos estudantes que buscaram contextualizar os enunciados a partir de suas experiências e conhecimentos, por outro, é devido às atividades serem abertas e possibilitarem diferentes possibilidades de encaminhamentos, que a flexibilidade parece ter figurado nas ações dos estudantes, dada a liberdade associada à escolha de encaminhamentos, conceitos e procedimentos na investigação.

6.4 SOBRE O ASPECTO DE ELABORAÇÃO

No quadro 11, por sua vez, retomamos os enunciados aos quais associamos, no momento das análises específicas, a característica da criatividade denominada *elaboração*.

Quadro 10 - Elaboração nas produções escritas dos estudantes

Atividade	Turmas	Grupos	Enunciados	Características de um Problema de Modelagem Matemática
1°	6° ano A	Grupo 5 (G5)	“Eu e minhas seis amigas fomos a inauguração de uma cafeteria no shopping muito conhecida. Observe e complete a tabela abaixo. Qual foi o total da conta? Qual a diferença entre o maior e menor valor?”	CPM2 CPM3
		Grupo 6 (G6)	Eu fui na casa dos meus avós para passar as férias, quando eu cheguei lá eles pediram para eu fazer o café. Quantas ML eu preciso para fazer o café?”	CPM1 CPM2
	6° ano B	Grupo 9 (G9)	“Um dia um grupo de nove crianças foi numa cafeteria e compraram cafés, bolos, salgados e sucos. Tendo em mente que cada criança pagou o que comprou, analise quanto cada um gastou? E quanto gastaram no total?”	CPM2 CPM3
3°	6° ano A	Grupo 2 (G2)	“Pergunta: Duas amigas foram numa papelaria comprar os ingredientes para slime, e calculou quantos que elas gastaram, elas levou R\$50,00 reais quantos que elas gastou?”	CPM1 CPM2

Fonte: Os autores

Para Gontijo (2007, p. 37) a elaboração consiste em “apresentar grande quantidade de detalhes em uma ideia”. Entendemos que está associada, portanto, no caso da elaboração de

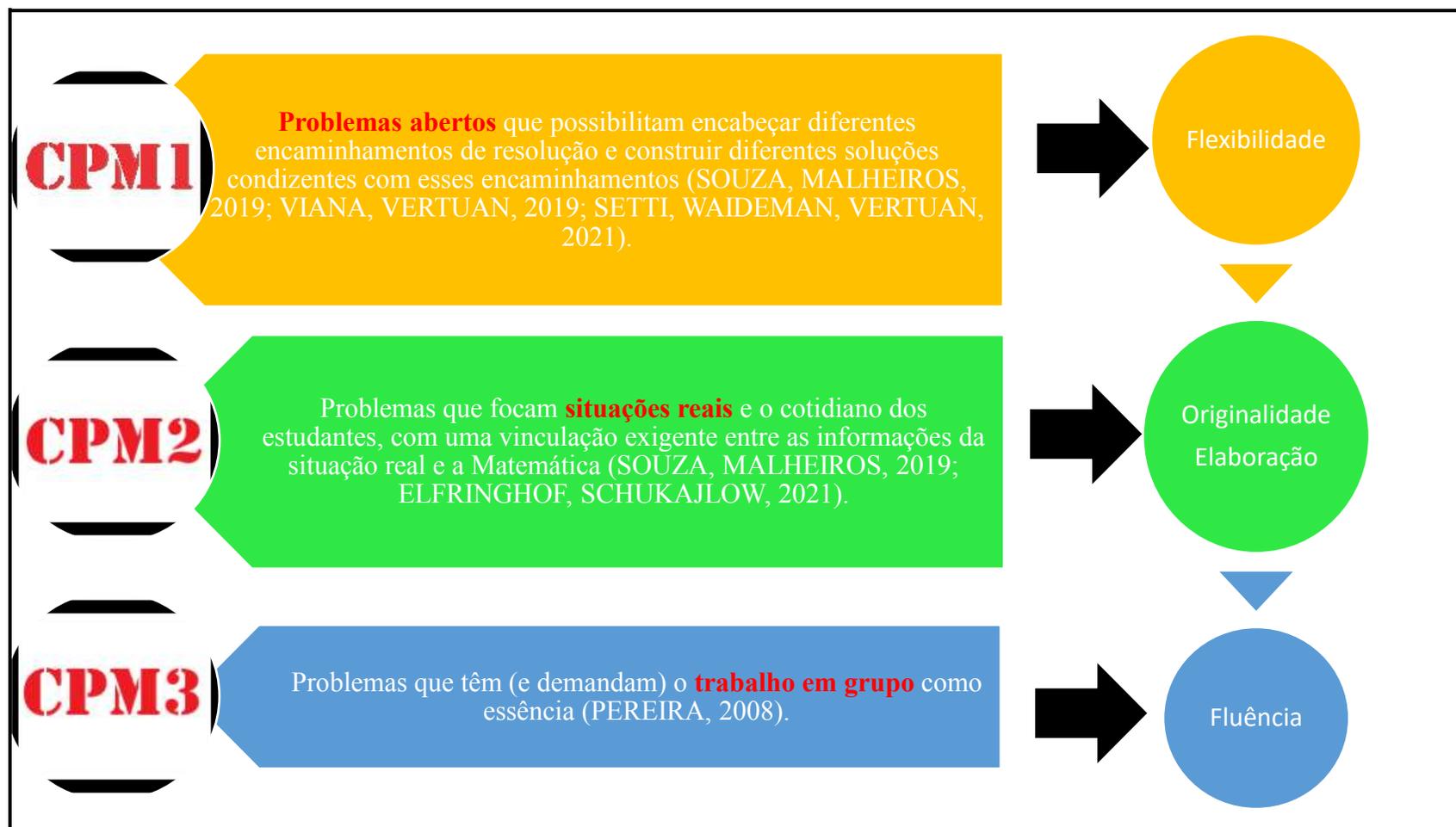
problemas, àqueles que apresentam uma estrutura organizada e uma riqueza no detalhamento da situação.

Inferimos, a partir do quadro 11, que quando a produção criativa dos estudantes apresenta o aspecto de elaboração, ela possui também a característica CPM2 - Problemas que focam **situações reais** e o cotidiano dos estudantes, com uma vinculação exigente entre as informações da situação real e a Matemática (SOUZA; MALHEIROS, 2019; ELFRINGHOF; SCHUKAJLOW, 2021).

Embora as características do problema de Modelagem CPM1 e CPM3 também possam estar relacionadas ao aspecto elaboração da criatividade, devido, entendemos, ao problema aberto permitir (parecer autorizar) o detalhamento, pelos alunos, dos contextos associados à pergunta, e ao fato de que, trabalhando em grupo, os estudantes têm a possibilidade de compartilhar ideias e elaborar enunciados mais completos, o que destacamos é que as crianças pareciam, muitas vezes, descrever no enunciado uma história vivenciada, de fato, por eles. Ou seja, dada a característica CPM2 da Modelagem, associada à presença de situações reais, é que os estudantes criavam – inferimos – roteiros e histórias em que o problema pudesse realmente fazer sentido. Contar essa história no enunciado, demandava o detalhamento a que estamos associando à elaboração criativa.

Na Figura 32, relacionamos as características de um problema de Modelagem Matemática e os aspectos de criatividade associados a essas características, segundo análise empreendida nesta pesquisa.

Figura 32 – As características de um problema de Modelagem Matemática e os principais aspectos da Criatividade Matemática associados



Fonte: Os autores

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa fundamentou-se em associações de três referenciais teóricos, Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, Aspectos da Criatividade em Matemática e a Formulação de Problemas, de modo a investigar: *Como se manifesta a criatividade de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental na formulação de problemas em atividades de Modelagem Matemática?*

Diante desse propósito, baseados em nossos objetivos específicos – identificar indícios de criatividade dos estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental quando formulam problemas de Modelagem Matemática e inferir possíveis associações entre as características das atividades de Modelagem Matemática e os aspectos da criatividade identificados na ação de formular problemas –, e orientados pelo entendimento de Modelagem Matemática de Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 17), sendo uma “alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da matemática, de uma situação problema não essencialmente matemática”, buscamos olhar para a formulação de problemas de Modelagem a partir dos aspectos da criatividade, a saber, originalidade, fluência, flexibilidade e elaboração.

Diante do exposto, desenvolvemos três atividades de Modelagem Matemática (*O preparo do café; A evolução da barriga de grávida; e A produção de Slime*), em três turmas de 6º ano do Ensino Fundamental de um colégio público localizado no norte do Paraná. Dados produzidos nas três atividades foram descritos e analisados. Como uma das características predominantes em atividades de Modelagem Matemática é o desenvolvimento das atividades em grupos, empreendemos essa dinâmica nas aulas, de modo a favorecer a troca de conhecimento, auxiliar a comunicação entre os estudantes e possibilitar discussões construtivas na elaboração e na busca de uma solução para os problemas de Modelagem.

A análise das atividades de Modelagem Matemática se deu a partir de duas vertentes: i) as características de um problema de Modelagem Matemática, que são: CPM1 – **Problemas abertos** que possibilitam encabeçar diferentes encaminhamentos de resolução e construir diferentes soluções condizentes com esses encaminhamentos (SOUZA; MALHEIROS, 2019; VIANA; VERTUAN, 2019; SETTI; WAIDEMAN; VERTUAN, 2021), CPM2 - Problemas que focam **situações reais** e o cotidiano dos estudantes, com uma vinculação exigente entre as informações da situação real e a Matemática (SOUZA; MALHEIROS, 2019; ELFRINGHOF; SCHUKAJLOW, 2021) e CPM3 - Problemas que têm (e demandam) o **trabalho em grupo** como essência (PEREIRA, 2008); ii) e os aspectos da Criatividade em Matemática:

Abundância ou quantidade de ideias diferentes produzidas sobre um mesmo assunto (fluência), pela capacidade de alterar o pensamento ou conceber diferentes categorias de respostas (flexibilidade), por apresentar respostas infrequentes ou incomuns (originalidade) e por apresentar grande quantidade de detalhes em uma ideia (elaboração) (GONTIJO, 2007, p. 37).

Destacamos o engajamento dos estudantes no desenvolvimento das atividades de Modelagem, no sentido de que houve discussões, comentários, indagações e, principalmente, a apresentação de ideias para a formulação dos problemas. Esse comprometimento pode ser justificado pela escolha dos temas das atividades, pois buscamos temas que contemplassem os interesses dos estudantes. Neste contexto, os estudantes utilizaram conceitos matemáticos prévios e valorizaram seus contextos e experiências de vida durante as atividades.

Observamos nos enunciados apresentados pelos estudantes de todas as turmas, que a maior parte deles podem ser considerados corriqueiros, típicos e parecidos com aqueles apresentados em livros didáticos, isso porque, inferimos, os estudantes estão familiarizados com essa forma de apresentação de problemas em matemática e não conhecem outro modo de apresentação.

Apesar disso, para aqueles problemas em que foi possível identificar alguma das três características de um problema de Modelagem Matemática, verificamos/inferimos que: i) a originalidade parece estar associada aos conhecimentos de mundo dos estudantes e, portanto, da possibilidade de poderem considerar esses conhecimentos na elaboração de um problema; ii) o trabalho em grupo, ao possibilitar a negociação de significados entre os estudantes e provocar a necessidade de comunicação e discussão de ideias entre eles, contribui para que uma resolução em matemática apresente diferentes ideias, um dos aspectos associados à criatividade; iii) é devido às atividades serem abertas e possibilitarem diferentes encaminhamentos, que a flexibilidade parece ter figurado nas ações dos estudantes, dada a liberdade associada à escolha de encaminhamentos, conceitos e procedimentos na investigação; iv) o fato de problemas de Modelagem considerarem contextos reais, parece demandar dos estudantes o vislumbre de uma história ou a realização mental de uma situação que acabam por ser considerada e escrita no enunciado que elaboram, contribuindo para a manifestação do aspecto de criatividade denominado fluência.

Diante da presente pesquisa, confeccionamos um produto educacional, que considera os resultados dessa pesquisa, “Criatividade, Modelagem Matemática e Formulação de Problemas: Orientações para Professores do Ensino Fundamental”, que consiste em um material pedagógico para auxiliar docentes nas aulas de matemática, com o objetivo de

proporcionar a criatividade, o interesse no desenvolvimento de atividade de Modelagem Matemática e, por fim, estimular a formulação de problemas. Nesse material pedagógico, apresentamos os encaminhamentos das atividades e a “folha-convite” que foi entregue para provocar as discussões e o contexto de desenvolvimento das atividades.

Nesse momento de finalização da pesquisa, entendemos importante refletir, também, acerca de alguns desafios e percalços que enfrentamos, a saber, a falta de familiarização com o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática; e a cobrança por parte da direção escolar e pedagógica com o cumprimento dos conteúdos curriculares já preestabelecidos. Destacamos a dificuldade em relação à mediação do tema da segunda atividade *A evolução da barriga de grávida*. Talvez, em vez de “evolução da barriga de grávida” a atividade poderia se chamar “enchimento de balões para...”. Desse modo, identificamos que os estudantes, na formulação dos enunciados, não encontrando sentido no tema proposto inicialmente, buscaram ressignificar a proposta, formulando enunciados ou problemas relacionados a outros temas, porém, apresentando algumas conexões com a proposta inicial. Essa constatação sinaliza, ainda, o que a literatura de Modelagem já defende há muito tempo, que os temas das atividades devem interessar aos alunos (BURAK, 1992; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Apesar disso, entendemos necessário destacar que essas dificuldades não diminuíram a importância dessa pesquisa para a qualificação profissional da pesquisadora, nem mesmo comprometeram os resultados da pesquisa. Esperamos que essas dificuldades auxiliem futuras pesquisas em Modelagem Matemática, principalmente direcionando a atitude do professor que busca, ao mesmo tempo em que se preocupa em mediar atividades de Modelagem, possibilitar a produção e coleta de dados para uma pesquisa. Reconhecemos, todavia, a importância de que atividades de Modelagem Matemática não sejam realizadas esporadicamente, nem mesmo por um único professor e em uma série escolar localizada, mas que se torne, sempre que possível, prática constante vivenciada pelos estudantes durante sua trajetória escolar. Desse modo, é que os estudantes ficarão cada vez mais familiarizados com esse tipo de atividade.

Por fim, consideramos que o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática em turmas de 6º ano do Ensino Fundamental, nos mostrou o quão produtivo são os resultados relacionados à formulação de problemas e aos aspectos da Criatividade em Matemática. Tendo em vista as contribuições dessa pesquisa, esperamos que mais professores utilizem atividades de Modelagem Matemática em suas aulas, e estimulem seus alunos a formularem problemas com vistas ao desenvolvimento da criatividade. Como ponto de partida para novos estudos sobre as temáticas abordadas, os resultados da presente pesquisa que

articulam Criatividade em Matemática, Modelagem Matemática e Formulação de Problemas no Ensino Fundamental se mostram como campo a ser explorado para as pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, E. M. L. S. & FLEITH, D. S. *Criatividade. Múltiplas perspectivas*. Brasília: **Editora UnB**, 2003.
- ALENCAR, A. L. de; CAVALCANTI, V. P. O modelo de perspectivas de sistemas de Mihaly Csikszentmihalyi como ferramenta no processo de desenvolvimento de produto. **13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, Univille, Joinville (SC), 2018.
- ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. 1 ed. São Paulo: Contexto, 2012.
- ALMEIDA, L. M. W. de, SILVA, K. A. P. da. A ação dos signos e o conhecimento dos alunos em atividades de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 31, n. 57, p. 202 - 219, abr. 2017.
- ALMEIDA, L. M. W. TORTOLA, E. Reflexões a respeito do uso da modelagem matemática em aulas nos anos iniciais do ensino fundamental. **Rev. bras. Estud. pedagog. (Online)**, Brasília, v. 94, n. 237, p. 619-642, maio/ago. 2013.
- AMABILE, T. A. **Creativity in context**. Boulder, CO: Westview Press. 1996.
- ARAÚJO, J. de L.; LIMA, F. H. de. The Mathematization Process as Object-oriented Actions of a Modelling Activity System. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 34, n. 68, p. 847-868, dez. 2020.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como? **Veritatis**, n. 4, p. 73-80, 2004.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino e Aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma nova estratégia. 3 ed. São Paulo: Contexto, 2006.
- BIEMBENGUT, M. S. HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 5ª ed. São Paulo: Contexto, 2009.
- BLISS, K., y LIBERTINI, J. (2006). What is Mathematical Modeling? En S. Garfunkel, y M. Montgomery. **GAIMME: Guidelines for Assessment & Instruction in Mathematical Modeling Education**. **COMAP**, SIAM: Reston, Philadelphia.
- BLUM, W.; FERRI, R. B. Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt? **Journal of Mathematical Modelling and Application**. v. 1, n. 1, p. 45-58, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – versão final**. Brasília, DF, 2019. Disponível em:<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.

- BOAVIDA, A. M. R. et al. **A Experiência Matemática no Ensino Básico: programa de formação contínua em matemática para professores dos 1.º e 2.º ciclos do ensino básico**. Lisboa: Direção-geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2008.
- BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRAZ, B. C.; KATO, L. A. Participação em Comunidades Sociais e a Prática Pedagógica com Modelagem Matemática: algumas relações. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 34, n. 68, p. 869-889, dez. 2020.
- BURAK, D. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. 1992. 460 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- BURAK, D.; KLUBER, T. E. Modelagem Matemática Na Educação Básica: uma trajetória. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática - **IX ENEM**, 2007, Belo Horizonte, MG. Diálogos entre a Pesquisa e a Prática Educativa, 2007. p. 1-19.
- BURAK, D.; KLUBER, T. E. Concepções de Modelagem Matemática: Contribuições Teóricas. **Educ. Mat. Pesqui.**, São Paulo, v. 10, n. 1, pp. 17-34, 2008.
- CANAVARRO, A. P. O pensamento algébrico na aprendizagem da Matemática nos primeiros anos. **Quadrante**, Lisboa, v. 16, n. 2, p. 81-118, 2007. CSIKSZENTMIHALYI, M. **Creativity**. New York: HarperCollins. 1996.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. Implications of a systems perspective for the study of creativity. In: STENBERG, Robert J. (Ed.). **Handbook of creativity**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 313-335.
- CRIATIVIDADE. In.: **Houaiss**, 2022. Disponível em: https://houaiss.uol.com.br/corporativo/apps/uol_www/v6-1/html/index.php#NaNAcesso em: 1 de dezembro de 2022.
- DAL PASQUALE JUNIOR, M. L. **Criatividade e geração de ideias em atividades de modelagem matemática**. 2019. 195 f. Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.
- ELFRINGHOFF, M. S., y SCHUKAJLOW, S. (2021). What makes a modelling problem interesting? Sources of situational interest in modelling problems. **Quadrante**, 30(1), 8-30.
- FARIAS, G. B. de. Relação Mútua entre elementos da Criatividade e Competência em Informação. 2018. **Inf. & Soc.:Est.**, João Pessoa, v. 28, n. 2, p. 49-62, maio/ago. 2018.
- 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. 101p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2018.

FONTEQUE, V. B.; SETTI, E. J. K.; VERTUAN, R. E. Elaboração de problemas no ensino de matemática: Um estudo a partir dos anais do XIII EPREM. In: Encontro Paranaense De Educação Matemática, 15, 2017. Unioeste de Cascavel. **Anais...** Cascavel: SBEM, 2017.

GIRALDI, O. C. P. **Um Estudo Sobre A Criatividade Em Um Ambiente De Aprendizagem De Modelagem Matemática**. 2020. 143f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

GONTIJO, C.H. Resolução e Formulação de Problemas: caminhos para o desenvolvimento da criatividade em Matemática. In: **Anais do SIPEMAT**, Recife, Programa de Pós-Graduação em Educação-Centro de Educação – Universidade Federal do Pernambuco, 2006, 11p.

GONTIJO, C. H. **Relações entre criatividade, criatividade em Matemática e motivação em Matemática de alunos do ensino médio**. 2007. 194f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GONTIJO, C. H.; SILVA, E. B. da; CARVALHO, R. P. F. A criatividade e as situações didáticas no ensino e aprendizagem da Matemática. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 18, n. 35, p. 29-46, jan./abr. 2012. Disponível em: <<http://seer.bce.unb.br/index.php/linhascriticas/article/viewArticle/6823>>. Acesso em: 28 set. 2022.

GUILFORD, J. P. Factors That Aid and Hinder Creativity. In: GOWAN, J. C.; DEMOS, G. D.; TORRANCE, E. P. et alii. **Creativity: Its Educational Implications**. USA: John Wiley & Sons, 1967.

HOUAISS, A. (2001). **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva.

KANTOWSKI, M. G. Processes Involved in Mathematical Problem Solving. **Journal for Research in Mathematics Education**, London, v. 8, n. 3, p. 163-180, may. 1977.

KLÜBER, T. E. Formação de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática brasileira: questões emergentes. **Educere et Educare**, Cascavel, v. 12, n. 24, p. 1-11, jan./abr. 2017.

LIMA, V. S.; SEGADAS, C. Formulação de problemas envolvendo generalização de padrões por alunos do ensino fundamental: análise de registros orais e escritos. **RPEM**, Campo Mourão, PR, v. 4, n. 6, p. 48-65, jan.-jun. 2015.

NISS, M. Prescriptive Modelling – Challenges and Opportunities. In: STILLMAN, G.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. (Eds.) **Mathematical Modelling in Education Research and Practice: cultural, social and cognitive influences**. New York: Springer, p. 67-80, 2015.

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

PALMA, R. M. **Manifestações Da Criatividade Em Modelagem Matemática Nos Anos Iniciais**. 2019. 117f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

PEREIRA, E. **A Modelagem Matemática e suas implicações para o desenvolvimento da criatividade**. 2008. 104f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

ROSA, C. C. **Um estudo do fenômeno de congruência em conversões que emergem em atividades de Modelagem Matemática no Ensino Médio**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

SCHRENK, M. J.; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática como Prática Pedagógica: Uma Possível Caracterização em Educação Matemática. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 194-224, 2022.

SETTI, E. J. K.; WAIDEMAN, A. C.; VERTUAN, R. E. Percursos da Elaboração de um Problema no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 35, n. 70, p. 959-980, ago. 2021

SPINILLO, A.G. et al. Formulação de Problemas Matemáticos de Estrutura Multiplicativa por Professores do Ensino Fundamental. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 31, n. 59, p. 928-946, dez. 2017. Disponível em: Acesso em 25 de julho de 2018.

SOUZA, L. B.; MALHEIROS, A. P. dos S. Pesquisas Sobre Modelagem Em Educação Matemática: Que Lugar Ocupam Os Alunos? In: Conferência Nacional Sobre Modelagem Na Educação Matemática, 11., 2019, Belo Horizonte, **Anais da XI CNMEM**, Belo Horizonte, 2019, p. 1-15.

STERNBERG, R. J. A Three-Facet Model of Creativity. In R. J. Sternberg (Ed.). **The Nature of Creativity Contemporary Psychological Perspectives**. Cambridge: Cambridge University Press. 1988. p. 125-147.

TEODORO, F. P.; KATO, L. A. A prática pedagógica com Modelagem Matemática nos Iniciais do Ensino Fundamental segundo os trabalhos da X CNMEM. In: X Conferência Nacional Sobre Modelagem Matemática Na Educação Matemática, 2019, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, MG, 2019, p. 1-15.

TORTOLA, E.; ALMEIDA, L. M. W. de. Reflexões a respeito do uso da modelagem matemática em aulas nos anos iniciais do ensino fundamental. **Rev. bras. Estud. pedagog. (Online)**, Brasília, v. 94, n. 237, p. 619-642, 2013.

VALE, I.; BARBOSA, A. Mathematics Creativity in Elementary Teacher Training. **Journal of the European Teacher Education Network**. 2015, vol. 10, p. 101-109

VERONEZ, M. R. D; CASTRO, E. M. V. de; MARTINS, M. A. Uma investigação acerca do problema em atividades de Modelagem Matemática. **VIDYA**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 223-235, jan./jun. 2018.

VIANA, E. R.; VERTUAN, R. E. Estratégias de Criatividade em atividades de Modelagem: uma reflexão metodológica. In: Conferência Nacional Sobre Modelagem Na Educação Matemática, 11., 2019, Belo Horizonte, **Anais da XI CNMEM**, Belo Horizonte, 2019, p. 1-15.

VIANA, E. R. **Estratégias de Estímulo do Pensamento Criativo em atividades de Modelagem Matemática**. 2020. 184f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020.

APÊNDICE A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DO COLÉGIO

Senhor(a) diretor(a),

Eu, Camila Iorio Marton, estudante do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, UTFPR, Câmpus Londrina/Cornélio Procópio, professora de Matemática no Colégio Cívico-Militar Presidente Vargas, venho por meio deste, solicitar autorização para a realização da pesquisa sobre “A criatividade de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental na formulação de problemas em atividade de Modelagem Matemática” no referido colégio. A pesquisa será conduzida no 6º ano (a, b e c) do Ensino Fundamental II e terá a participação dos estudantes no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática com experimentação. A coleta de que subsidiará a pesquisa será realizada por meio de gravações de áudio, visual e registros escritos dos estudantes, sendo assegurado o sigilo a identidade dos participantes. A pesquisa está sendo desenvolvida sob orientação do professor Rodolfo Eduardo Vertuan. Em caso de dúvidas a equipe pedagógica do colégio poderá entrar em contato com o orientador pelo e-mail _____.

Bela Vista do Paraíso, _____ de _____ de 2021.

Nome completo de assinatura do diretor(a)

APÊNDICE B – TERMOS - CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS RESPONSÁVEIS

Prezados Pais e/ou Responsáveis:

Gostaríamos de convidar seu filho (a) ou a criança sob sua responsabilidade para participar da pesquisa que se refere a “A Criatividade de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental na formulação de problemas em atividade de Modelagem Matemática”, a ser realizada em sala de aula, no Colégio Estadual Cívico-Militar Presidente Vargas [Av. Dr. Marins A Camargo, 281 - Santa Margarida, Bela Vista do Paraíso - PR, 86130-000]. O objetivo da pesquisa é investigar a Criatividade Matemática na elaboração de problemas manifestada pelos alunos ao realizarem atividades de Modelagem Matemática. Além disso objetiva-se: promover o uso da Modelagem Matemática como uma alternativa às práticas pedagógicas em sala de aula; identificar quais são as características do pensamento criativo utilizados em atividades de Modelagem Matemática, principalmente no que diz acerca da atividade de elaboração de problemas; possibilitar discussões a respeito da criatividade matemática utilizada pelos alunos no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática.

A participação do seu filho (a) é muito importante e ela se daria da seguinte forma: na participação e realização das atividades propostas as quais, a partir destas, serão realizados gravação de vídeos, áudios, fotografias e registros escritos dos alunos. Esclarecemos que a participação de seu filho (a) é totalmente voluntária, podendo o(a) senhor(a) solicitar a recusa ou desistência de participação da criança a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à criança. Esclarecemos, também, que as informações de seu filho (a) sob sua responsabilidade serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade da criança. A utilização dos dados coletados servirá para a análise da criatividade matemática no desenvolvimento nas atividades de Modelagem Matemática, principalmente no que diz acerca da atividade de elaboração de problemas, a qual será apresentada como publicações científicas: dissertações e artigos. Esclarecemos ainda, que nem o(a) senhor(a) e nem a criança sob sua responsabilidade pagarão ou serão remunerados (as) pela participação.

Os benefícios esperados são de contribuir de forma significativa para a aprendizagem dos alunos, buscando por uma metodologia que abrange situações reais, colaborando para melhor compreensão dos conceitos estudados.

Informamos que esta pesquisa atende e respeita os direitos previstos no Estatuto da Criança e do Adolescente- ECA, Lei Federal no 8069 de 13 de julho de 1990, sendo eles: à vida, à saúde, à alimentação, à educação, ao esporte, ao lazer, à profissionalização, à cultura, à dignidade, ao respeito, à liberdade e à convivência familiar e comunitária. Garantimos também que será atendido o Artigo 18 do ECA: “É dever de todos velar pela dignidade da criança e do adolescente, pondo-os a salvo de qualquer tratamento desumano, violento, aterrorizante, vexatório ou constrangedor”.

Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar Camila Iorio Marton, via e-mail: camilaioriomarton@gmail.com. Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

- Quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio: _____)
- Não quero receber os resultados da pesquisa.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao (à) senhor(a).

CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da participação direta (ou indireta) do aluno sob minha responsabilidade na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, autorizar a participação do estudante sob minha responsabilidade neste estudo. Estou consciente que ele(a) pode deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____
RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/___ Telefone: _____
Endereço: _____
CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____
Responsável pelo(a) aluno(a): _____
Assinatura: _____ Data: ___/___/___

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicando seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisadora: _____ Data: ___/___/___

- ✓ Pesquisadora: Camila Iorio Marton – aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina.
- ✓ Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Toledo.

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) PARA OS ALUNOS

Prezado Aluno(a):

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa que se refere a “A Criatividade de Estudantes do 6º ano Do Ensino Fundamental na Formulação De Problemas em Atividade de Modelagem Matemática”, a ser realizada em sala de aula, no Colégio Estadual Cívico-Militar Presidente Vargas [Av. Dr. Marins A Camargo, 281 - Santa Margarida, Bela Vista do Paraíso - PR, 86130-000]. O objetivo da pesquisa é investigar a Criatividade Matemática na elaboração de problemas manifestada pelos alunos ao realizarem atividades de Modelagem Matemática. Além disso objetiva-se: promover o uso da Modelagem Matemática como uma alternativa às práticas pedagógicas em sala de aula; identificar quais são as características do pensamento criativo utilizados em atividades de Modelagem Matemática, principalmente no que diz acerca da atividade de elaboração de problemas; possibilitar discussões a respeito da criatividade matemática utilizada pelos alunos no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática.

A sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma: na participação e realização das atividades propostas as quais, a partir destas, serão realizados gravação de vídeos, áudios, fotografias e registros escritos dos alunos. Esclarecemos que a sua participação é totalmente voluntária, podendo o(a) solicitar a recusa ou desistência de sua participação a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo a você. Esclarecemos, também, que as suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. A utilização dos dados coletados servirá para a análise da criatividade matemática no desenvolvimento nas atividades de Modelagem Matemática, principalmente no que diz acerca da atividade de elaboração de problemas, a qual será apresentada como publicações científicas: dissertações e artigos. Esclarecemos ainda, que nem o(a) responsável e nem você pagará ou será remunerados(as) pela participação. Os benefícios esperados são de contribuir de forma significativa para a aprendizagem dos alunos, buscando por uma metodologia que abrange situações reais, colaborando para melhor compreensão dos conceitos estudados.

Ressaltamos novamente que sua participação é voluntária e, portanto, você pode tranquilamente optar por não aceitar que não terá penalidades. As atividades de pesquisa serão realizadas na aula de matemática e caso você, por algum motivo, não queira mais participar destas atividades, basta solicitar sua saída ao professor pesquisador. Neste caso você continuará participando normalmente da aula de matemática, sobre o mesmo conteúdo envolvido na pesquisa. Você também poderá solicitar maiores esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa. Lembro mais uma vez que se trata de um convite e você tem a liberdade de recusar ou retirar seu assentimento a qualquer momento sem qualquer penalização. O resultado da pesquisa fará parte de um texto escrito. Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

- Quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio: _____)
- Não quero receber os resultados da pesquisa.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao (ã) senhor(a).

ASSENTIMENTO

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito. Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade de fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas. Eu receberei uma cópia assinada e datada deste Documento DE ASSENTIMENTO INFORMADO.

Nome do participante: _____

Assinatura: _____ Data: __/__/__

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicando seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome do pesquisador(a): _____

Assinatura: _____ Data: __/__/__

- ✓ Pesquisadora: Camila Iorio Marton – aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina.
- ✓ Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Toledo.

ANEXO A – FICHA DE AVALIAÇÃO DE PRODUTO/PROCESSO EDUCACIONAL

Ficha de Avaliação de Produto/Processo Educacional

Adaptado de: Rizzatti, I. M. *et al.* Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. *ACTIO*, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/12657>. Acesso em 14 de dezembro de 2020.

Instituição de Ensino Superior	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGMAT)
Título da Dissertação	A Criatividade de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental na Formulação de Problemas em atividade de Modelagem Matemática.
Título do Produto/Processo Educacional	Criatividade, Modelagem Matemática e Formulação de Problemas: Orientações para Professores do Ensino Fundamental
Autores do Produto/Processo Educacional	Discente: Camila Iorio Marton
	Orientador/Orientadora: Rodolfo Eduardo Vertuan
	Outros (se houver):
Data da Defesa	27/03/2023

FICHA DE AVALIAÇÃO DE PRODUTO/PROCESSO EDUCACIONAL (PE)

Esta ficha de avaliação deve ser preenchida pelos membros da banca do exame de defesa da dissertação e do produto/processo educacional. Deve ser preenchida uma única ficha por todos os membros da banca, que decidirão conjuntamente sobre os itens nela presentes.

Aderência: avalia-se se o PE apresenta ligação com os temas relativos às linhas de pesquisas do Programa de Pós-Graduação.

*Apenas um item pode ser marcado.

Linhas de Pesquisa do PPGMAT:

L1: Formação de Professores e Construção do Conhecimento Matemático (abrange discussões e reflexões acerca da formação inicial e em serviço dos professores que ensinam Matemática, bem como o estudo de tendências em Ensino de Matemática, promovendo reflexões críticas e analíticas a respeito das

() Sem clara aderência às linhas de pesquisa do PPGMAT.

(X) Com clara aderência às linhas de pesquisa do PPGMAT.

<p>potencialidades de cada uma no processo de construção do conhecimento matemático nos diferentes níveis de escolaridade);</p> <p><i>L2: Recursos Educacionais e Tecnologias no Ensino de Matemática</i> (trata da análise e do desenvolvimento de recursos educacionais para os processos de ensino e de aprendizagem matemática, atrelados aos aportes tecnológicos existentes).</p>	
<p>Aplicação, aplicabilidade e replicabilidade: refere-se ao fato de o PE já ter sido aplicado (mesmo que em uma situação que simule o funcionamento do PE) ou ao seu potencial de utilização e de facilidade de acesso e compartilhamento para que seja acessado e utilizado de forma integral e/ou parcial em diferentes sistemas.</p> <p><u>*Apenas um item pode ser marcado.</u></p> <p>A propriedade de aplicação refere-se ao processo e/ou artefato (real ou virtual) e divide-se em três níveis:</p> <p>1) aplicável – quando o PE tem potencial de utilização direta, mas não foi aplicado;</p> <p>2) aplicado – quando o PE foi aplicado uma vez, podendo ser na forma de um piloto/protótipo;</p> <p>3) replicável – o PE está acessível e sua descrição permite a utilização por outras pessoas considerando a possibilidade de mudança de contexto de aplicação.</p> <p>Para o curso de Mestrado Profissional, o PE deve ser aplicável e é recomendado que seja aplicado.</p>	<p>() PE tem características de aplicabilidade, mas não foi aplicado durante a pesquisa.</p> <p>() PE foi aplicado uma vez durante a pesquisa e não tem potencial de replicabilidade.</p> <p>(X) PE foi aplicado uma vez durante a pesquisa e tem potencial de replicabilidade (por estar acessível e sua descrição permitir a utilização por terceiros, considerando a possibilidade de mudança de contexto de aplicação).</p> <p>() PE foi aplicado em diferentes ambientes/momentos e tem potencial de replicabilidade (por estar acessível e sua descrição permitir a utilização por terceiros, considerando a possibilidade de mudança de contexto de aplicação).</p>
<p>Abrangência territorial: refere-se a uma definição da abrangência de aplicabilidade ou replicabilidade do PE (local, regional, nacional ou internacional). Não se refere à aplicação do PE durante a pesquisa, mas à potencialidade de aplicação ou replicação futuramente.</p> <p><u>*Apenas um item pode ser marcado e a justificativa é obrigatória.</u></p>	<p>() Local</p> <p>() Regional</p> <p>(X) Nacional</p> <p>() Internacional</p> <p>Justificativa (<i>obrigatória</i>): Aplicabilidade nacional, devido ao uso da orientação de documentos nacionais e à língua de escrita do produto.</p>
<p>Impacto: considera-se a forma como o PE foi utilizado e/ou aplicado no sistema relacionado à prática profissional do discente (não precisa</p>	<p>() PE não utilizado no sistema relacionado à prática profissional do discente (esta opção inclui a situação em que o PE foi utilizado e/ou aplicado em um contexto simulado, na forma de protótipo/piloto).</p>

<p>ser, necessariamente, em seu local de trabalho).</p> <p><u>*Apenas um item pode ser marcado.</u></p>	<p>(X) PE com aplicação no sistema relacionado à prática profissional do discente.</p>
<p>Área impactada</p> <p><u>*Apenas um item pode ser marcado.</u></p>	<p>() Econômica;</p> <p>() Saúde;</p> <p>(X) Ensino;</p> <p>() Cultural;</p> <p>() Ambiental;</p> <p>() Científica;</p> <p>() Aprendizagem.</p>
<p>Complexidade: compreende-se como uma propriedade do PE relacionada às etapas de elaboração, desenvolvimento e/ou validação do PE.</p> <p><u>*Podem ser marcados nenhum, um ou vários itens.</u></p>	<p>(X) O PE foi concebido a partir de experiências, observações e/ou práticas do discente, de modo atrelado à questão de pesquisa da dissertação.</p> <p>(X) A metodologia apresenta clara e objetivamente, no texto da dissertação, a forma de elaboração, aplicação (se for o caso) e análise do PE.</p> <p>(X) Há, no texto da dissertação, uma reflexão sobre o PE com base nos referenciais teóricos e metodológicos empregados na dissertação.</p> <p>() Há, no texto da dissertação, apontamentos sobre os limites de utilização do PE.</p>
<p>Inovação: considera-se que o PE é inovador, se foi criado a partir de algo novo ou da reflexão e modificação de algo já existente revisitado de forma inovadora e original. A inovação não deriva apenas do PE em si, mas da sua metodologia de desenvolvimento, do emprego de técnicas e recursos para torná-lo mais acessível, do contexto social em que foi utilizado ou de outros fatores. Entende-se que a inovação (tecnológica, educacional e/ou social) no ensino está atrelada a uma mudança de mentalidade e/ou do modo de fazer de educadores.</p>	<p>() PE de alto teor inovador (desenvolvimento com base em conhecimento inédito).</p> <p>(X) PE com médio teor inovador (combinação e/ou compilação de conhecimentos preestabelecidos).</p> <p>() PE com baixo teor inovador (adaptação de conhecimentos existentes).</p>
Membros da banca examinadora de defesa	
Nome	Instituição
Rodolfo Eduardo Vertuan	UTFPR
Karina Alessandra Pessoa da Silva	UTFPR
Claudia Carreira da Rosa	UFMS