

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

ELVIS RICARDO VIANA

**ESTRATÉGIAS DE ESTÍMULO DO PENSAMENTO CRIATIVO EM
ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA**

DISSERTAÇÃO

**LONDRINA
2020**

ELVIS RICARDO VIANA

**ESTRATÉGIAS DE ESTÍMULO DO PENSAMENTO CRIATIVO EM
ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática Câmpus Londrina/Cornélio Procópio – PPGMAT da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientador: Profº Drº. Rodolfo Eduardo Vertuan

LONDRINA

2020

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

V614e Viana, Elvis Ricardo
Estratégias de estímulo do pensamento criativo em atividades de modelagem matemática / Elvis Ricardo Viana. - Londrina : [s.n.], 2020.
184 f. : il. ; 30 cm.
Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Londrina, 2020.
Bibliografia: f. 158-163.
1. Pensamento criativo. 2. Modelos matemáticos. 3. Aprendizagem. 4. Matemática (Ensino fundamental). I. Vertuan, Rodolfo Eduardo, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. IV. Título.

CDD: 510.7

Ficha catalográfica elaborada por Cristina Benedeti Guilhem - CRB: 9/911



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio / Londrina



Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação
Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática

TERMO DE APROVAÇÃO

ESTRATÉGIAS DE ESTÍMULO DO PENSAMENTO CRIATIVO EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA

por

Elvis Ricardo Viana

Dissertação de Mestrado e Produto Educacional “**CRIATIVIDADE E MODELAGEM MATEMÁTICA**” apresentados no dia 25 de junho de 2020, como requisito parcial para a obtenção do título de **MESTRE EM ENSINO DE MATEMÁTICA**, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Câmpus Londrina e Cornélio Procópio, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O mestrando foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

Atendendo ao despacho da PROPPG, vinculado ao processo protocolado sob o nº 23064.009328/2020-02, de 20 de março de 2020, a cerimônia foi realizada integralmente via videoconferência, com link público.

Prof. Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan (UTFPR - Toledo)
Orientador

Prof. Dr^a. Karina Alessandra Pessoa da Silva (UTFPR – Londrina)
Membro Titular

Prof. Dr^a. Veridiana Rezende (UNESPAR – Campo Mourão)
Membro Titular

Prof. Dr^a. Marcele Tavares
Coordenadora do Programa de
Mestrado Profissional em Ensino de Matemática
UTFPR Campus Londrina/ Cornélio Procópio

**“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de
Mestrado Profissional em Ensino de Matemática”**

AGRADECIMENTOS

Finalizada mais uma jornada é momento de expressar gratidão àqueles que somaram à realização deste trabalho.

Grato sou à Deus, pelo dom da vida, pelo saber concedido a todo homem o qual é capaz de servir-se para o bem e para o próximo.

Agradeço a toda minha família, em especial, minha mãe *Maria Luisa*, pelos momentos que foram fortaleza e conforto.

Ao meu orientador professor Dr^o Rodolfo Eduardo Vertuan, pelo período de orientação no qual muito pude aprender para sala de aula e para a vida.

Às professoras Dr^a Karina Alessandra Pessoa da Silva e Dr^a Veridiana Rezende pelas célebres contribuições a este trabalho. Obrigado por aceitarem fazer parte desta banca.

A todos professores e amigos do PPGMAT pela troca de experiências e conhecimentos compartilhados.

Aos amigos que conheci no GEPEEM, em especial minha irmã *Elenice*, obrigado pelo incentivo e amizade.

Aos amigos do *grupo JOB*, pelo apoio e amizade neste período de ausências e superação.

A mi amigo *Javier*, por el apoyo y el aliento, incluso en lengua española.

Aos alunos do 5^o ano do Ensino Fundamental, diretor e professora da turma por acolherem nosso projeto.

Por fim, a todos que de algum modo favoreceram a realização desta pesquisa. Minha exímia gratidão!

*“Quem deveras ama a Deus, todo o bem ama, todo o bem quer, todo o bem favorece, todo o bem louva, com os bons se junta, sempre os defende, todas as virtudes abraça; não ama o que não é a verdade e o que não seja digno de amar “
(Caminho da Perfeição, cap. 69, 1-3)*

Santa Teresa D'Avila

VIANA, Elvis Ricardo. **Estratégias de estímulo do pensamento criativo em atividades de Modelagem Matemática**. 2020. 184f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina/Cornélio Procopio, 2020.

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a manifestação da Criatividade de alunos da Educação Básica em contexto de aulas com Modelagem Matemática, mais especificamente, quando nas atividades o professor faz uso de estratégias de estímulo do pensamento criativo. Neste contexto, voltamo-nos a investigar a seguinte interrogação: *Que implicações decorrem da inserção, pelo professor, de estratégias de estímulo do pensamento criativo no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática?* Para isso, desenvolvemos e analisamos três atividades de Modelagem Matemática em que associamos, conscientemente, três estratégias de estímulo do pensamento criativo: *brainstorming*, *alteração* e *dramatização*. Para discutir a Criatividade, mais especificamente no que diz respeito às estratégias de estímulo do pensamento criativo, nos pautamos em Gontijo (2007). Já no tocante a práticas de Modelagem Matemática, seguimos às indicações de Almeida, Silva e Vertuan (2016), os quais compreendem a Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica para o ensino da matemática. As atividades, que constituem o Produto Educacional relacionado à pesquisa, foram desenvolvidas em uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal e os dados foram analisados segundo uma abordagem qualitativa com enfoque interpretativo. Em nossas análises buscamos evidenciar, em um primeiro momento, as manifestações de Criatividade dos alunos no desenvolvimento das atividades e, a partir das convergências observadas, discutir as implicações decorrentes do uso de cada estratégia. Os resultados deste estudo apontam que o uso das diferentes estratégias de estímulo do pensamento criativo, pelo professor, nas atividades de Modelagem, traz implicações próprias, as quais sinalizam o favorecimento da aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento de diferentes habilidades criativas. Neste contexto, os aspectos cognitivos revelados pelas ações dos alunos nas atividades de Modelagem indicam uma relação destes elementos com o uso das estratégias de Criatividade; e, 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. Como fruto desta pesquisa, apresentamos nosso Produto Educacional na sua versão final, o qual se caracteriza como um guia didático que serve de orientação ao professor para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática e para a implementação de estratégias de Criatividade na sala de aula.

Palavras-chave: Criatividade. Modelagem Matemática. Intervenção do professor. Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Educação Matemática.

VIANA, Elvis Ricardo. **The use of creative thinking stimulation strategies in Mathematical Modeling activities**. 2020. 184p. Dissertation Program of After-Degree in Mathematics Teaching – Federal Technological University of Paraná. Londrina/ Cornélio Procópio, 2020

ABSTRACT

This research aims to analyze how the creativity of students from Basic Education show in a context of classes with Mathematical Modeling, more specifically, when the teacher uses strategies to stimulate creative thinking. In this context, we dedicated to investigate the following question: What implications stem from the insertion, by teacher, of strategies to stimulate creative thinking in the development of Mathematical Modeling activities? For this, we developed and analyzed three Mathematical Modeling activities in which we associate, on purpose, three strategies for stimulating creative thinking: brainstorming, alteration, and dramatization. To discuss Creativity, more specifically regarding strategies for stimulating creative thinking, we are guided by Gontijo (2007). To deal about Mathematical Modeling practices, we follow the indications of Almeida, Silva and Vertuan (2016), who understand Mathematical Modeling as a pedagogical alternative for teaching mathematics. The activities, which constitute the Educational Product related to the research, were developed in a class of the 5th grade of Elementary School of a municipal public school, the data were analyzed according to a qualitative approach with an interpretive focus. In our analysis we seek to show, at first, the manifestations of creativity of students in the development of activities, and, from the observed convergences, discuss the implications of using each strategy. The results of this study indicate that the use of different strategies for stimulating creative thinking, by the teacher, in modeling activities, bring own implications, signaling the favoring of students' learning and the development of different creative skills. Therefore, the cognitive aspects revealed by the students' actions in modeling activities indicate a relationship between these elements and the use of creativity strategies; and, the direct intervention of the teacher based on the use of stimulus strategies tends to enhance and create opportunities for new manifestations of creativity in modeling activities. As a result of this research, we present our Educational Product, which is characterized as a didactic guide that teacher may use to develop Mathematical Modeling activities and for the implementation of creativity strategies in the classroom.

Key words: Creativity. Mathematical Modeling. Teacher intervention. Elementary School. Mathematics Education

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Encaminhamentos para implementação de atividades de Modelagem Matemática na Sala de aula.....	29
Quadro 2: Momentos de familiarização em atividades de Modelagem Matemática ..	30
Quadro 3: Colaboração professor/aluno em atividades de Modelagem Matemática	31
Quadro 4: Trabalhos publicados na XI CNMEM que retratam práticas em algum nível de ensino.....	37
Quadro 5: Articulação dos elementos do processo criativo na Modelagem Matemática	60
Quadro 6: Estratégias de apreciação	63
Quadro 7: Estratégias de animação	63
Quadro 8: Estratégias de associação.....	64
Quadro 9: Estratégias de alteração	65
Quadro 10: Estratégias de Abdicação.....	65
Quadro 11: Associação de estratégias de estímulo do pensamento criativo nas fases de uma atividade de Modelagem Matemática	68
Quadro 12: Categorias para fichamento dos produtos educacionais	70
Quadro 13: Mapeamento por período de publicação e por localização geográfica ..	71
Quadro 14: Locação dos programas profissionais	72
Quadro 15: Natureza dos produtos educacionais.....	73
Quadro 16: Relação do produto com a pesquisa	74
Quadro 17: Contexto em que foram desenvolvidas as atividades de Modelagem ...	74
Quadro 18: Agrupamento das atividades a partir de temas de investigação.....	75
Quadro 19: Formato do caderno de atividades	77
Quadro 20: Elaboração da Pesquisa.....	79
Quadro 21: Cronograma de desenvolvimento das atividades	82
Quadro 22: Resolução dos alunos na atividade: número de vezes que piscamos...89	
Quadro 23: Representação da possibilidade de modelos matemáticos para a atividade do número de piscadas	95
Quadro 24: Aspectos relacionados a criatividade na atividade 1 mediante uso de brainstorming.....	96
Quadro 25: Respostas dos alunos na atividade das piscadas	98
Quadro 26: Aspectos de criatividade na atividade 1 mediante uso de alteração.....	99

Quadro 27: Aspectos de criatividade mediante uso de dramatização na atividade1	102
Quadro 28: Problemas elaborados pelos alunos na atividade do iogurte.....	108
Quadro 29: Resolução dos alunos referente ao problema proposto pelo professor	109
Quadro 30: Ideias de elaboração que emergiram na atividade do iogurte	113
Quadro 31: Hipóteses dos alunos na atividade do iogurte	115
Quadro 32: Aspectos de criatividade que emergiram na atividade 2 mediante o uso de alteração.....	116
Quadro 33: Aspectos de criatividade na atividade 2 mediante uso da estratégia de dramatização.....	118
Quadro 34: Resolução da atividade da árvore feita pelo Grupo as “árvores malucas”	124
Quadro 35: Resolução da atividade das árvores feitas pelo Grupo “sem nome”....	125
Quadro 36: Validação da atividade de terceiro momento do grupo “Cientistas das árvores II”	128
Quadro 37: Representação de modelos matemáticos associados a resolução dos alunos na atividade de terceiro momento.....	130
Quadro 38: Resolução dos grupos na atividade de terceiro momento.....	131
Quadro 39: Aspectos de criatividade relacionados ao uso de alteração na atividade da idade da árvore	132
Quadro 40: Aspectos de criatividade relacionados ao uso do brainstorming na atividade das árvores	133
Quadro 41: Aspectos de criatividade relacionadas ao uso da estratégia de dramatização na atividade da idade da árvore.....	135
Quadro 42: Implicações decorrentes do uso do brainstorming pelo professor nas atividades de Modelagem.....	139
Quadro 43: Problemas relacionados ao uso de alteração pelo professor nas atividades de Modelagem Matemática	140
Quadro 44: Implicações decorrentes do uso de alteração pelo professor nas atividades de Modelagem.....	143
Quadro 45: Implicações decorrentes do uso de dramatização pelo professor nas atividades de Modelagem.....	145

Quadro 46: Aspectos de criatividade encontrados nas atividades de Modelagem Matemática quando o professor fez o uso das estratégias de estímulo do pensamento criativo	148
Quadro 47: Implicações decorrentes do uso das três estratégias do pensamento criativo pelo professor nas atividades de Modelagem Matemática	149

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fases da Modelagem Matemática	24
Figura 2: Gráfico comparativo do custo de um sistema de aquecimento de água ...	27
Figura 3: Modelo para o desenvolvimento da criatividade.....	44
Figura 4: Fases da Modelagem Matemática e as ações cognitivas dos alunos	58
Figura 5: Fases da Modelagem Matemática	66
Figura 6: Capa do Produto Educacional.....	77
Figura 7: Diferentes momentos da Modelagem Matemática na sala de aula	81
Figura 8: Folha de atividade quantidade de vezes que piscamos (Apêndice C)	87
Figura 9: Folha da atividade fabricação caseira de iogurte (Apêndice D)	105
Figura 10: Recorte de folha de registros.....	106
Figura 11: Recorte da folha de atividade	111
Figura 12: Recorte do informativo sobre dendrocronologia elaborado pelo autor ..	121
Figura 13: Recorte folha de validação	126
Figura 14: Intervenções do professor representados pela Modelagem Matemática e pela Criatividade.....	154

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: Coleta de dados referentes a quantidade de piscadas em frente à TV ..	91
Imagem 2: Preparação do iogurte	104
Imagem 3: Manuseio do Kefir	105
Imagem 4: Coleta de dados referente a atividade de terceiro momento	124
Imagem 5: Segunda coleta de dados na atividade de terceiro momento	127

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	16
2- MODELAGEM MATEMÁTICA	22
2.1 MODELAGEM MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	22
2.2 IMPLEMENTAÇÃO DE ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA EM SALA DE AULA.....	28
2.3 TRABALHO COLABORATIVO EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA: SOBRE AS AÇÕES DESEMPENHADAS PELO PROFESSOR E PELOS ALUNOS.....	30
2.4 CONTRIBUIÇÕES DA MODELAGEM MATEMÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	33
3- CRIATIVIDADE	39
3.1 A CRIATIVIDADE E SUAS PERSPECTIVAS: UM OLHAR GLOBAL	39
3.2 A CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA	46
4- CRIATIVIDADE E MODELAGEM MATEMÁTICA	51
4.1 CONFLUÊNCIAS ENTRE MODELAGEM MATEMÁTICA E CRIATIVIDADE	51
4.2 UMA APROXIMAÇÃO DOS ELEMENTOS DO PROCESSO CRIATIVO COM A MODELAGEM MATEMÁTICA.....	55
4.3 ESTRATÉGIAS DE ESTÍMULO DO PENSAMENTO CRIATIVO: A MODELAGEM MATEMÁTICA EM FOCO	61
4.3.1 ESTRATÉGIAS PARA O ESTÍMULO DO PENSAMENTO CRIATIVO EM MATEMÁTICA.....	62
4.3.2 ESTRATÉGIAS DO PENSAMENTO CRIATIVO NO CONTEXTO DE ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA.	66
5- PRODUTO EDUCACIONAL	69
5.1 MAPEAMENTO.....	69
5.2 A ELABORAÇÃO DE UM GUIA ORIGINAL	76
6- ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS	78
6.1 CONTEXTO DA PESQUISA: AMBIENTE E PARTICIPANTES	78
6.1.1 Os participantes e ambiente escolar	79
6.1.2 As atividades de Modelagem Matemática	80
6.2 NATUREZA DA PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS	82
6.2.1 Natureza da Pesquisa	82
6.2.2 Sobre de Coleta de Dados	83
6.2.3 Sobre a Análise dos Dados.....	84

7- O TRABALHO CRIATIVO E AS AÇÕES DOS ESTUDANTES: DESCRIÇÃO E ANÁLISES DAS ATIVIDADES	86
7.1: QUANTAS VEZES PISCAMOS POR DIA	86
7.1.1 Análise da Atividade “O número de vezes que piscamos”	93
7.2 IOGURTE PARA TODA A CLASSE: CONHECENDO O KEFIR	103
7.2.1 Análise da atividade “fabricação caseira do iogurte”	112
7.3 UM PASSEIO NO BOSQUE: QUAL A IDADE DAS ÁRVORES?	118
7.3.1 A escolha do Tema.....	118
7.3.2 A idade das árvores: o desenvolvimento	120
7.3.2.1 Análise da atividade das árvores.....	129
7.4 ANÁLISE GLOBAL: AS IMPLICAÇÕES DECORRENTES DE CADA ESTRATÉGIA DE ESTÍMULO DO PENSAMENTO CRIATIVO NO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES	135
7.4.1 O uso do brainstorming	136
7.4.2 O uso de alteração	139
7.4.3 O uso de dramatização	143
8- CONSIDERAÇÕES FINAIS	147
REFERÊNCIAS	158
APÊNDICES	164

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Das diferentes experiências que o professor vivencia em sua formação inicial, muitas delas acabam deixando marcas significativas no docente em construção. Em minha¹ formação inicial, por exemplo, das várias possibilidades de ensino baseadas no protagonismo e interesse dos alunos, o que me chamou a atenção, de modo particular, diz respeito às práticas de ensino fundamentadas na Modelagem Matemática². Foi durante minha experiência enquanto acadêmico de licenciatura que o interesse pela pesquisa e pelas diferentes abordagens de ensino da Matemática, tornou-se em mim mais aguçado, fato que, com entusiasmo, permitiu-me chegar à pós-graduação interessado por tais assuntos. Com satisfação em realizar um trabalho que aborda a Modelagem Matemática enquanto prática de ensino na Educação Básica, é que empreendemos a pesquisa que apresentamos nesta dissertação.

Amparados pelo número significativo de resultados positivos advindos de práticas e pesquisas desenvolvidas na Educação Básica (BIEMBENGUT, 2009) e motivados pelas diferentes possibilidades do uso da Modelagem Matemática enquanto alternativa pedagógica (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016), buscamos apresentar nestes primeiros parágrafos o interesse particular desta pesquisa e suas motivações, a qual foi desenvolvida no âmbito do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação e Educação Matemática, o GEPEEM³.

O GEPEEM tem se interessado, dentre outras coisas, a discutir e investigar práticas com a Modelagem Matemática em diferentes contextos de pesquisa e sala de aula. Neste sentido, algo que têm motivado grande parte dos trabalhos desenvolvidos no âmbito do grupo diz respeito ao desenvolvimento da Criatividade na formação básica do aluno. Isso porque entendemos que a Criatividade, assim como outras habilidades (autonomia, liderança etc.), são elementos essenciais na formação do indivíduo.

¹ Neste trabalho, por vezes, utilizaremos a primeira pessoa do singular, para nos referir às experiências pessoais vivenciadas pelo autor.

² Utilizaremos as expressões Modelagem e Modelagem Matemática como sinônimas.

³ O grupo, que iniciou suas atividades no ano de 2014 e tem sede na UTFPR, Câmpus Toledo, tem como uma de suas linhas de pesquisa a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática e tem interesse na Criatividade como possibilidade de pesquisa.

Outro aspecto que engloba nossas inquietações enquanto grupo de pesquisa, se concentra no modo como os espaços de formação dos estudantes têm sido constituído ultimamente, principalmente a escola, pois em nosso entendimento, o ambiente escolar deveria se configurar como espaço precípua ao cultivo e desenvolvimento de diferentes habilidades, dentre elas a Criatividade. Entretanto, na maioria das vezes, as escolas não têm ofertado condições necessárias para que esses processos ocorram, visto que “o espaço reservado para questões que possibilitam múltiplas respostas, para a exploração de novas abordagens no processo de resolução de problemas e para o uso de formas divergentes de lidar com o conteúdo programático é muito reduzido, senão inexistente na maioria das escolas” (ALENCAR; FLEITH, 2009, p. 134), inibindo muitas vezes, as manifestações criativas dos estudantes. Logo, conceber práticas de ensino com vistas à promoção da Criatividade faz-se necessário.

Atualmente, apesar de existir um grande interesse de pesquisas referentes à inserção de novas metodologias e práticas para a sala de aula, muito pouco se tem discutido sobre a Criatividade no âmbito das pesquisas nacionais (ALENCAR; FLEITH, 2009). No que diz respeito ao desenvolvimento da Criatividade, em particular, a Criatividade em Matemática, verifica-se que a produção de trabalhos que buscam investigar tais práticas na Educação Básica ainda é pequena se comparada a outros países (GONTIJO, *et al.* 2019). Dos trabalhos que encontramos para subsidiar a base teórica desta pesquisa, no que se refere à Criatividade em Matemática, apontamos os trabalhos de Gontijo (2006, 2007) e Gontijo *et al.* (2019), os quais sinalizam essa pouca representatividade na área.

Ao reportarmos-nos ao desenvolvimento da Criatividade no contexto das aulas de Matemática, destacamos as ações e práticas de ensino que, dentre outras coisas, preconizam o interesse dos estudantes. Isso se deve principalmente ao fato de a Criatividade estar relacionada de certa forma aos interesses e à liberdade do indivíduo quando realiza alguma ação, consciente ou não (ALENCAR; FLEITH, 2009; PEREIRA, 2008). Neste sentido, tais práticas podem despertar nos alunos diferentes tipos de habilidades e competências, principalmente daquelas que são exploradas em aulas consideradas mais tradicionais, na qual o proceder do professor se concentra na reprodução contínua de conteúdo. Tida como uma metodologia investigativa que prevê a exploração de diferentes conceitos e temas condicentes aos interesses dos

alunos (BURAK, 2004), destacamos a Modelagem Matemática como possibilidade de estímulo e desenvolvimento da Criatividade na sala de aula (PALMA, 2019).

Dentre os aspectos favoráveis ao uso da Modelagem Matemática na sala de aula, Burak (2004) destaca que:

[...] a Modelagem, como alternativa metodológica para o ensino de Matemática na Educação Básica vem ao encontro das expectativas dos estudantes, pois procura favorecer a interação com seu meio ambiente, uma vez que tem o ponto de partida o cotidiano do aluno (BURAK, 2004, p. 10).

Por outro lado,

[...] o processo da Modelagem Matemática é dinâmico e permite ao estudante **criar**, ele pode também **inventar** algoritmos de resolução ou **criar** algum procedimento matemático, advindo de sua vida fora da escola, para resolver determinadas situações. Isso garantirá a multiplicidade de formas de pensar matemática e fugirá da sua imutabilidade e a-historicidade (CALDEIRA, 2009, p. 45). [grifo nosso].

Diante de tais assertivas é que acreditamos que a Modelagem Matemática enquanto alternativa pedagógica para o ensino da Matemática (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016) pode contribuir para a formação matemática do indivíduo e o desenvolvimento da Criatividade, assim como já têm sinalizado os trabalhos de Pereira (2008, 2013, 2016) e Viana *et al.* (2019).

Perante essas considerações, esta pesquisa tem por objetivo analisar a manifestação da Criatividade de alunos da Educação Básica em contexto de aulas com Modelagem Matemática, mais especificamente, quando nas atividades o professor faz o uso de estratégias de estímulo do pensamento criativo. Das estratégias de estímulo do pensamento criativo conhecidas da literatura, empreendemos uma discussão sobre o uso, pelo professor, de três delas nas atividades de Modelagem Matemática: o brainstorming⁴, a alteração e a dramatização, tomadas segundo caracterização de Gontijo (2007).

Deste modo, a questão central que propomos responder neste trabalho é: “*Que implicações decorrem da inserção, pelo professor, de estratégias de estímulo do Pensamento Criativo no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática?*”

Perante estas considerações, atividades de Modelagem Matemática foram preparadas e desenvolvidas pelos alunos de em um 5º ano do Ensino Fundamental, a partir das quais buscamos analisar as manifestações de criatividade que emergem

⁴ As expressões tempestade de ideias e geração de ideias serão consideradas no texto como sinônimas de brainstorming.

quando, nas atividades, o professor fez o uso de estratégias de estímulo do pensamento criativo.

Concomitante a este trabalho, outras duas pesquisas que abordam Criatividade e Modelagem foram desenvolvidas e concluídas no âmbito do GEPEEM: são os trabalhos de Palma (2019) e o de Dal Pasquale Júnior (2019).

A pesquisa de Palma (2019), por exemplo, buscou desvelar manifestações de Criatividade que emergem durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática por alunos dos Anos Iniciais. Mediante o desenvolvimento de cinco atividades, o autor tratou de investigar as manifestações de Criatividade (fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração) que emergiam quando os alunos desenvolviam as atividades. Assim, o que difere a pesquisa empreendida por Palma (2019), da proposta que apresentamos nesta dissertação, refere-se inicialmente aos aspectos de criatividade que são analisados nas duas pesquisas. Em nosso trabalho, por exemplo, buscamos articular manifestações de criatividade para além das que foram analisadas em Palma (2019), o que demonstra um avanço da nossa pesquisa em relação à pesquisa do autor. Por outro lado, o olhar que propomos neste trabalho se concentra especificamente às manifestações de Criatividade dos alunos que emergem, quando nas atividades, o professor fez o uso consciente de estratégias de estímulo do pensamento criativo.

Já a pesquisa de Dal Pasquale Junior (2019), buscou investigar, baseado na Perspectiva de Sistemas⁵ da Criatividade, em quais momentos durante o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática ocorrem a “geração de ideias” e quais implicações essas ideias desencadeavam na investigação dos problemas. O autor aponta que a Modelagem favorece, dentre outros aspectos, a geração de ideias durante o envolvimento dos alunos com a situação-problema, principalmente nos vinte primeiros minutos da atividade.

Por meio das análises e com base na fundamentação teórica, inferimos que inúmeras ideias são geradas durante as atividades de modelagem, mais

5 Segundo Alencar e Fleith (2009, p.84), a Perspectiva de Sistemas é um dos quatro modelos de estudo da Criatividade, os quais compreendem a Criatividade como um processo sistêmico, não individual. Este modelo foi proposto por Csikszentmihalyi e “é baseado no pressuposto de que a criatividade não é resultado apenas de uma ação individual, mas emerge da interação entre indivíduo e ambiente sócio cultural. [Csikszentmihalyi] defende a ideia de que o foco dos estudos em criatividade deve estar nos sistemas sociais, e não apenas no indivíduo. Nesse sentido, [o autor] acredita que é muito mais importante identificar onde está a criatividade do que defini-la. [...] [ademais] esse autor apresenta a criatividade como um processo que resulta da interação de três fatores: indivíduo (bagagem genética e experiências pessoais), domínio (cultura) e campo (sistema social). [acréscimo nosso]

especificamente durante os primeiros vinte minutos. Nesse período de tempo a principal ação dos alunos foi a fase de interação. 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).

Nas considerações do trabalho, o autor sugere outras possibilidades de pesquisa, como, por exemplo, o uso, nas atividades de Modelagem, da estratégia de “brainstorming”, a qual tem por objetivo estimular a manifestação de diferentes ideias em atividades grupais. Neste sentido, este trabalho alinha-se e vem dar continuidade às pesquisas do grupo, pois ao tratar da inserção de estratégias do estímulo do pensamento criativo nas atividades de Modelagem, dentre elas o brainstorming, revela uma nova abordagem dentre as demais pesquisas: o olhar para a intervenção do professor quando, conscientemente, faz o uso de estratégias de estímulo do pensamento criativo nas atividades.

Em consonância aos objetivos que estabelecemos para este trabalho, esta dissertação está organizada em sete capítulos além desta introdução, na qual apresentamos nossos objetivos e a motivação da pesquisa. Os capítulos dois, três e quatro abordam o referencial teórico utilizado. Os capítulos seguintes tratam da elaboração do Produto Educacional, da contextualização da pesquisa e, por fim, do desenvolvimento e análises das atividades.

No capítulo dois tratamos da Modelagem Matemática sob a perspectiva da Educação Matemática, a partir da qual apresentamos possíveis encaminhamentos de mediação de uma atividade; os papéis do professor e aluno no ambiente de Modelagem; e por último, das contribuições desta alternativa para o ensino de Matemática.

No terceiro capítulo abordamos a Criatividade e a Criatividade em Matemática. Na seção que trata da Criatividade, apresentamos diferentes abordagens encontradas na literatura e tecemos algumas considerações baseados em Alencar e Fleith (2009). Para tratar da Criatividade em Matemática baseamo-nos fundamentalmente na perspectiva de Gontijo (2007) e Gontijo et al. (2019).

O capítulo “Modelagem Matemática e Criatividade” apresenta resultados de algumas pesquisas que tratam sobre a questão da Criatividade na Modelagem Matemática. Neste mesmo capítulo fazemos uma aproximação teórica referentes aos

elementos do processo criativo encontrados em Alencar e Fleith (2009), com a concepção de Modelagem Matemática enquanto alternativa pedagógica. Por último, tratamos das estratégias de estímulo do pensamento criativo e associamos três dessas estratégias na estrutura geral de uma atividade de Modelagem.

No capítulo cinco tratamos especificamente do Produto Educacional, o qual foi elaborado a partir da associação, pelo autor, de estratégias do pensamento criativo no contexto de atividades de Modelagem Matemática. Este capítulo está dividido em duas seções. Na primeira seção apresentamos um mapeamento dos produtos educacionais produzidos nos programas profissionais associados à Modelagem Matemática, através do qual buscamos conceber as características e tendências dos respectivos produtos. Na continuidade, tratamos da caracterização de nosso produto enquanto elaboração original.

No sexto capítulo tratamos dos aspectos metodológicos desta pesquisa, que se caracteriza como qualitativa, descritiva e de caráter interpretativo. Nele, apresentamos o contexto da pesquisa e seus participantes, os encaminhamentos assumidos e, por último, a metodologia de produção, coleta e análise de dados.

A seção em que descrevemos as atividades e fazemos suas análises referem-se ao capítulo sete desta dissertação. No último capítulo, que recebe o título “Considerações Finais”, articulamos os resultados encontrados e apresentamos nossas últimas considerações.

CAPÍTULO 2

MODELAGEM MATEMÁTICA

Neste capítulo tratamos dos aspectos teóricos referentes à Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática. Para este fim, apresentamos compreensões sobre Modelagem Matemática, sobretudo, àquelas relacionadas às práticas e pesquisas na Educação Básica.

Deste modo, organizamos este capítulo em quatro seções. Na primeira, tecemos algumas considerações a respeito da Modelagem Matemática sob a perspectiva da Educação Matemática. A segunda seção refere-se às diferentes configurações que as atividades podem assumir na sala de aula. Na terceira seção tratamos das ações do professor e dos alunos nas atividades de Modelagem Matemática e, na última seção, das contribuições da Modelagem apontadas na literatura.

2.1 MODELAGEM MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Sob a ótica do movimento da Educação Matemática, encontramos na literatura algumas indicações referentes a reestruturação das atuais práticas de ensino no contexto da Educação Básica. Este fato se justifica, por vezes, pelos resultados que apontam o baixo desempenho dos alunos na disciplina de Matemática, especialmente no tocante à aprendizagem e suas relações (DICK *et al.*, 2014).

Em referência à crescente aversão dos alunos pela matemática escolar e a falta de sentido que atribuem em relação ao que estudam, é que encontramos nas propostas de práticas com Modelagem Matemática possibilidades para a sala de aula. Como proposta de ensino, a Modelagem Matemática tem por objetivo favorecer a aproximação da matemática escolar com a realidade dos alunos, fato que levou a comunidade de Educação Matemática brasileira, desde a década de 1980, a pesquisar e tratar a Modelagem como possibilidade para o contexto educacional (ALMEIDA; VERTUAN, 2014).

Desde então, encontra-se na literatura diversas concepções do que vem a ser Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática. Almeida e Vertuan

(2014) apontam que a Modelagem Matemática, além de assumir diferentes abordagens, tem as atividades desenvolvidas segundo diferentes configurações. Tais configurações denotam a pluralidade de concepções constituídas e demonstram a maturidade que a área tem adquirido nos últimos anos (FREDJ; GEIGER, 2015).

Uma situação-problema, que se pode abordar em sala de aula com intuito de promover explorações matemáticas a partir de contextos da realidade, é investigar, por exemplo, quanto de lixo produzimos em nossa residência e qual o seu impacto a longo prazo, ou ainda, qual é o tempo de vida útil do aterro sanitário da minha cidade. Nestes casos, a situação-problema pode surgir de uma inquietação vivenciada pelos sujeitos em algum momento de suas vidas que, traduzida por meio de um questionamento, levam a investigações para as quais não se tem, a priori, nenhum processo pré-indicado para a resolução, nem mesmo uma solução conhecida. O processo de investigação destes possíveis casos possibilitará que o conteúdo matemático surja espontaneamente na atividade e as explorações realizadas neste processo de busca por uma resposta, possibilitam a aprendizagem de conceitos novos ou a resignificação de outros já “conhecidos”, processos que a literatura caracteriza como de uma atividade de Modelagem Matemática.

Para Barbosa (2004, p. 4), a Modelagem Matemática é “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”. Para esse autor, a Modelagem Matemática está intrinsecamente associada à problematização, que é o exercício de criar perguntas e levantar problemas; e à investigação, que se refere ao ato de pesquisar, selecionar e organizar informações, refletindo sobre elas no ambiente/espço escolar.

Para Biembengut e Hein (2016), a Modelagem Matemática é concebida como arte de elaborar e resolver problemas, onde a Matemática e a realidade (origem dos problemas) são conjuntos disjuntos e a Modelagem Matemática seria, portanto, um meio de relacioná-los. Todavia, ressaltamos que esse entendimento de conjuntos disjuntos que se relacionam por meio da Modelagem, dentre as perspectivas que serão apresentadas neste texto, é específico desses autores.

Baseados na interação destes conjuntos Biembengut e Hein (2016) sugerem alguns procedimentos que podem ser organizados no decorrer de uma atividade de Modelagem Matemática. Estes procedimentos, por sua vez, compreendem três etapas: i) interação; ii) matematização; e iii) modelo matemático.

A etapa de **interação** se refere ao momento de reconhecimento da situação-problema, ou seja, é a etapa da familiarização “acerca de”. Este passo se constitui juntamente com a coleta de dados, que podem ser obtidos de modo direto (coleta em campo ou obtenção de dados através da experimentação), ou de modo indireto (consulta em livros, sites, revistas especializadas etc.), de modo que “ a situação-problema torna-se cada vez mais clara, à medida que se vai interagindo com os dados” (BIEMBENGUT; HEIN,2016, p.14)

A etapa de **matematização** compreende a ação de definir um problema e resolvê-lo de acordo com as informações levantadas na etapa anterior. Para avançar na atividade, é primordial que se selecionem as informações e se organizem as hipóteses, descrevendo essas relações em termos matemáticos apropriados (tradução da situação-problema para a linguagem matemática), pois este processo da atividade, é o que prepara para a construção de um modelo, o qual é utilizado para encontrar respostas para o questionamento inicial.

Por fim, a etapa denominada por **modelo matemático**, é a etapa em que a(s) resposta(s) serão avaliadas pelo pesquisador e na qual se verifica se a solução é adequada ou não. Em todo caso, se o modelo encontrado não representar satisfatoriamente o problema que o gerou, sugere-se que a segunda etapa seja revisitada, a fim de reajustar alguma hipótese ou reconsiderar um novo procedimento.

Almeida, Silva e Vertuan (2016) sugerem que o trabalho de desenvolvimento de uma atividade de Modelagem também perpassa por algumas fases (figura 1). Para os autores, a Modelagem Matemática “se constitui como uma alternativa pedagógica em que se aborda, por meio da Matemática, um problema não essencialmente matemático” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p.9).

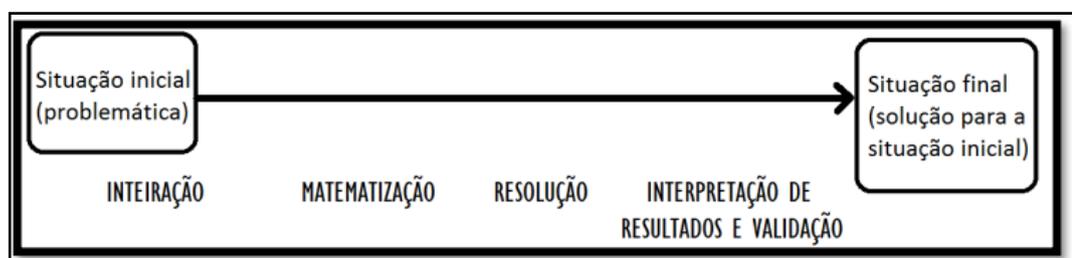


Figura 1: Fases da Modelagem Matemática
Fonte: Almeida, Silva e Vertuan (2016, p. 15)

Para Almeida, Silva e Vertuan (2016) as fases⁶ indicadas na figura 1 não precisam ocorrer necessariamente de modo linear na atividade, mas ao contemplar essas fases, os alunos são levados a compreender as ações e conceitos matemáticos mobilizados a partir do problema (situação inicial), podendo produzir com o resultado dessas ações, uma compreensão da situação, manifestada por meio de uma solução para a situação inicial. Logo, os procedimentos tratados nesta apresentação, é que os autores entendem como um possível caminho para mediação de uma atividade de Modelagem Matemática.

Na concepção de Burak (2004, 2010) a Modelagem Matemática é compreendida como uma alternativa metodológica direcionada para o ensino da Matemática. Para o autor, esta alternativa parte do princípio de que o interesse do(s) grupo(s) é substancial no ambiente escolar e a atividade de modelar, por sua vez, busca valorizar o aluno como sujeito da construção e modificação do próprio conhecimento.

Ao organizar uma atividade de Modelagem Matemática para a sala de aula Burak (2004) sugere cinco etapas que podem favorecer seus encaminhamentos. São elas: 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução dos problemas e desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema; e 5) análise crítica das soluções.

A etapa denominada **escolha do tema**, trata-se do momento em que os alunos, segundo os seus interesses, escolhem um tema para investigação. A etapa da **pesquisa exploratória** por sua vez, dá-se ao passo em que os alunos se aprofundam sobre o tema, de modo que a curiosidade define entre outras ações, a coleta de informações. A etapa do **levantamento de problemas**, é por definição o ato de escolher/definir um problema. É nesta etapa da atividade, que de fato os alunos passam a traduzir e transformar situações do cotidiano em situações Matemáticas.

A etapa da **resolução dos problemas e desenvolvimento da matemática relacionada ao tempo** compreende a busca no universo matemático por ferramentas que ajudem a resolver um problema. É nesta etapa que os conteúdos matemáticos se fazem presentes, permitindo a articulação entre eles. Pode ser que nesta etapa, a resolução do problema requeira algum conteúdo ainda não visto pelo aluno, mas ao

6 As fases propostas por Almeida, Silva e Vertuan (2016) serão discutidas no capítulo 4 desta dissertação no qual abordaremos a inserção de estratégias de estímulos do pensamento criativo durante o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem.

passo que isto acontece, concebe-se uma boa oportunidade para fazê-lo, de modo que a importância do conteúdo, justifica sua utilização.

Por fim, a etapa da **análise crítica das soluções**, refere-se ao momento de discussão sobre os aspectos matemáticos e não matemáticos do problema. Oportuniza-se com essas ações, o diálogo entre os sujeitos e a reflexão sobre os resultados encontrados, na qual a relevância do conteúdo e a consistência do seu uso são contestados. Para Burak (2010):

tão importante quanto trabalhar os aspectos matemáticos das situações, os aspectos não matemáticos se revestem da mesma importância, pois consideramos que são formadores de valores e de atitudes que são permanentes, pois nessa fase de sua formação esses valores são desenvolvidos e incorporados (BURAK, 2010, p. 24).

Em relação a utilização da Modelagem Matemática em ambientes educacionais, Bassanezi (2015, p. 15) destaca que, as atividades de Modelagem além de contribuir para o ensino de Matemática, valoriza o saber do aluno e “desenvolve sua capacidade de avaliar o processo de construção de modelos matemáticos em seus diferentes contextos de aplicações, a partir da realidade de seu ambiente”.

Tratar da compreensão sobre o uso de modelos em atividades de Modelagem Matemática é apontado na literatura como ponto importante, especialmente sob o enfoque da Educação Matemática, dado que, a utilização de modelos nos diferentes ambientes de ensino já vem sendo explorada em diversas ciências, como nas engenharias e na Matemática Aplicada.

Almeida e Vertuan (2014) destacam que, a utilização de modelos matemáticos como objetos pedagógicos não se restringe à esfera da Modelagem Matemática, e enfatizam que, a possibilidade de explicar, representar e fazer previsões para diversas situações, é que justifica o seu uso como instrumento de ensino na Educação Matemática. Neste sentido, concluem que a Modelagem Matemática, dentre outros aspectos, tem por objetivo tratar da resolução de problemas reais, por meio da utilização de modelos matemáticos.

Para Almeida e Vertuan (2014), modelo matemático pode ser:

um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, que é expresso por meio de uma linguagem ou uma estrutura matemática e que tem por finalidade descrever ou explicar o comportamento de outro sistema, em geral, não matemático (ALMEIDA; VERTUAN, 2014, p. 2).

Na visão de Klüber e Burak (2007, p. 4), um modelo matemático pode ser entendido como “uma representação, podendo valer-se de fórmulas, de tabela de preços, de equações já conhecidas, de gráficos, de plantas baixas de uma casa dentre outras”, o qual, nos trabalhos de Modelagem Matemática, surge da necessidade de ampliar alguma ideia ou generalizar uma situação proveniente das etapas de resolução do problema.

Já para Biembengut e Hein (2016, p.12) “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma um fenômeno em questão ou problema de situação real, denomina-se modelo matemático”.

Um exemplo de modelo matemático é mostrado na figura 2.

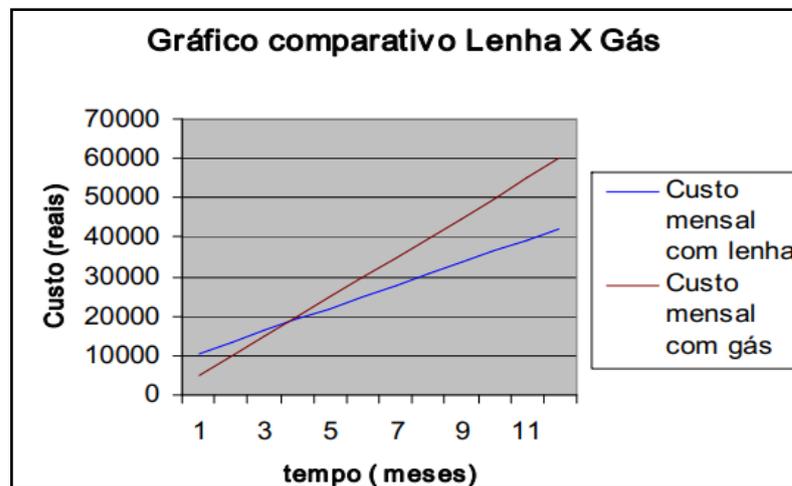


Figura 2: Gráfico comparativo do custo de um sistema de aquecimento de água
Fonte: Silva (2005)

Este exemplo de modelo, gráfico, apresenta a comparação do custo do sistema de aquecimento de água de uma escola. Este sistema de aquecimento era feito com uso de gás e após algum tempo, optou-se pela sua troca, utilizando a queima de lenha (SILVA, 2005).

Silva (2005) relata que o tema que motivou esta atividade, partiu do interesse de um grupo de alunos que cursavam o Ensino Médio em uma escola particular em regime de internato, na qual um dos integrantes do grupo trabalhava nesta escola no sistema de aquecimento de água (caldeira) e outro integrante trabalhava no escritório de contabilidade da mesma escola (parte financeira). A abordagem desse tema na sala de aula favoreceu, segundo o autor, a ocorrência da aprendizagem de conceitos matemáticos e a mobilização do pensamento crítico por parte dos alunos.

Neste caso, o modelo matemático (figura 2) permitiu aos alunos responderem uma inquietação por eles vivenciada: *a troca do sistema de aquecimento de água do*

colégio foi ou não uma alternativa financeiramente viável? Se sim, em que momento isto se sucedeu? (SILVA, 2005). Este exemplo ilustra uma possibilidade em que a exploração de modelos auxiliou no desenvolvimento da atividade.

Embora nos alinhemos mais à perspectiva de Almeida, Silva e Vertuan (2016), somos conscientes de que as diferentes perspectivas constituem nosso modo de pensar e fazer Modelagem Matemática na sala de aula. Com isso, nossas atividades e a própria pesquisa, são inspiradas nas, e revelam aspectos das, diferentes concepções apresentadas.

Na próxima seção tratamos de algumas indicações para a implementação de atividades de Modelagem Matemática para o contexto da sala de aula.

2.2 IMPLEMENTAÇÃO DE ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA EM SALA DE AULA

“Da mesma forma que só se pode aprender a jogar futebol jogando, só se aprende Modelagem modelando” (BASSANEZI, 2015, p. 12).

No âmbito das pesquisas que relatam práticas de Modelagem nos ambientes de ensino, encontramos como uma das principais preocupações relatadas pelos professores que utilizam a Modelagem, o tempo de duração de uma atividade e o modo como estas podem ser realizadas.

Em relação ao tempo dedicado ao desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, Almeida e Vertuan (2014) afirmam que não existe uma regra definida, pois diferentes problemas podem ocupar mais ou menos tempo, de modo que algumas atividades levem várias semanas e outras, no entanto, sejam desenvolvidas em uma única aula. Para os autores, “a caracterização da atividade reside muito mais nas iniciativas, ações e procedimentos realizados pelo professor e pelos alunos do que em delimitações de tempo e espaço de realização da atividade” (ALMEIDA; VERTUAN, 2014, p. 17).

Almeida e Vertuan (2014) ao investigar como se tem constituído os processos de implementação de atividades de Modelagem Matemática nas salas de aula, nos apontam para quatro possíveis encaminhamentos. Tais encaminhamentos são baseados nos trabalhos de Blum e Niss (1991) e são caracterizados por: i) alternativa de separação, ii) alternativa da combinação; iii) alternativa de integração; e por último iv) alternativa interdisciplinar (Quadro 1).

PROCESSOS DE IMPLEMENTAÇÃO	ENCAMINHAMENTOS
i) Implementação de atividades de Modelagem Matemática na perspectiva da alternativa da separação	Em vez de incluir as atividades de modelagem nas aulas regulares de matemática, tais atividades são desenvolvidas em cursos extracurriculares, especialmente realizados para este fim. Nesta abordagem, as aulas regulares permanecem inalteradas pela introdução da modelagem matemática no currículo do curso ou da disciplina.
ii) Implementação de atividades de Modelagem Matemática na perspectiva da alternativa da combinação	Esta alternativa presume que no decorrer das aulas de Matemática sejam frequentemente invocados aspectos de aplicação e modelagem matemática como forma de auxiliar a introdução de conceitos matemáticos. O mesmo pode ser feito no sentido inverso, quando novos conceitos, métodos e resultados matemáticos podem ser ativados para a realização de atividades de aplicação e modelagem sempre que possível.
iii) Implementação de atividades de Modelagem Matemática na perspectiva da alternativa da integração	Segundo esta alternativa, os problemas seriam o ponto de partida e a matemática necessária para resolvê-los seria introduzida a partir da necessidade. Para os autores, nesse caso, a restrição é que os problemas abordados deveriam conduzir a conceitos matemáticos “relevantes” e “tratáveis” no currículo escolar daquela série ou daquela disciplina.
iv) Implementação de atividades de Modelagem Matemática na perspectiva da alternativa interdisciplinar	Para caracterizar este encaminhamento, os autores defendem que haveria uma completa integração entre as atividades extra matemáticas e matemáticas em uma estrutura interdisciplinar, em que a matemática não seria organizada como disciplina isolada, mas os conteúdos das diferentes disciplinas curriculares, previamente identificados, seriam desenvolvidos nas aulas de forma integrada.

Quadro 1: Encaminhamentos para implementação de atividades de Modelagem Matemática na Sala de aula.

Fonte: quadro elaborado pelo autor, baseado em Almeida e Vertuan (2014, p. 16)

Quando nos atentamos as diferentes alternativas de implementação de atividades de Modelagem Matemática na sala de aula (Quadro 1), somos conscientes de que muitos professores possuem dúvidas em relação aos procedimentos necessários para esta implementação. Por outro lado, desenvolver uma atividade de Modelagem Matemática pela primeira vez, pode ser uma quebra de paradigmas tanto para os alunos como para o professor. Deste modo, recomenda-se que a inserção de atividades de Modelagem na sala de aula ocorra de modo gradativo, a fim de que o professor obtenha maior segurança e os alunos compreendam seu papel na nova experiência.

Neste sentido, Almeida e Dias (2004) e Almeida, Silva e Vertuan (2016) indicam três possíveis momentos para condução de atividades de Modelagem no ambiente de ensino (Quadro 2). Esses momentos têm por objetivo promover a familiarização dos alunos com as atividades de Modelagem Matemática, ao passo que assumindo mais

responsabilidades na realização da atividade, os alunos entendem o processo de investigação correlato e tornam-se mais autônomos na sua realização.

Momentos de Familiarização		
Em um primeiro momento , o professor coloca os alunos em contato com uma situação-problema, juntamente com os dados e as informações necessárias. A investigação do problema, a dedução, a análise e a utilização de um modelo matemático são acompanhadas pelo professor, de modo que ações como definição de variáveis e de hipóteses, a simplificação, a transição para a linguagem matemática, obtenção e validação do modelo bem como seu uso para a análise da situação, são em certa medida, orientadas e avalizadas pelo professor.	No segundo momento , uma situação-problema é sugerida pelo professor aos alunos, e estes, divididos em grupos, complementam a coleta de informações para a investigação da situação e realizam a definição de variáveis e a formulação das hipóteses simplificadoras, a obtenção e validação do modelo matemático e seu uso para a análise da situação. O que muda essencialmente, do primeiro para o segundo momento é a independência do estudante no que se refere à definição de procedimentos extra matemáticos e matemáticos adequados para a realização da investigação.	No terceiro momento , os alunos, distribuídos em grupos, são responsáveis pela condução de uma atividade de Modelagem, cabendo a eles a identificação de uma situação-problema, a coleta e análise dos dados, as transições de linguagem, a identificação de conceitos matemáticos, a obtenção e validação do modelo e seu uso para a análise da situação, bem como a comunicação desta investigação para a comunidade escolar.

Quadro 2: Momentos de familiarização em atividades de Modelagem Matemática

Fonte: quadro elaborado pelo autor, baseado em Almeida, Silva, Vertuan (2016)

Ao sugerir os três momentos de familiarização, os autores direcionam para alguns caminhos de mediação das atividades, ao passo que em suas experiências como professores de Matemática, estes momentos de familiarização demonstraram bons resultados.

De acordo com o que foi exposto nesta seção, Almeida e Vertuan (2014) ponderam ainda que, quanto maior for a familiarização dos alunos com a Modelagem Matemática, menor será a interferência do professor na realização da atividade e essa menor interferência, segundo os autores, refletem-se em intervenções mais pontuais e estratégicas por parte do professor.

Neste entendimento é que tratamos na próxima seção das atribuições do professor e do aluno em atividades de Modelagem Matemática.

2.3 TRABALHO COLABORATIVO EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA: SOBRE AS AÇÕES DESEMPENHADAS PELO PROFESSOR E PELOS ALUNOS.

Segundo Barbosa (2009, p. 2) “para que os alunos possam refletir sobre o modo com que a matemática é usada ou como pode ser usada na situação, é necessário que eles compartilhem/discutam opiniões, estratégias etc.”.

Esta afirmação correlaciona alguns tópicos já expostos na primeira seção deste capítulo, de que atividades de Modelagem além de se mostrarem intrinsecamente cooperativas (ALMEIDA; DIAS, 2004), baseiam-se no interesse dos alunos, que em pequenos grupos discutem e solucionam problemas, e essas ações, segundo Vertuan e Robim (2014, p.127) “fomentam o trabalho colaborativo”.

Considerando a interação professor/aluno em ambientes de Modelagem Matemática, Barbosa (2004) apresenta três casos que descrevem e orientam as ações desenvolvidas por professores e alunos quando estes praticam Modelagem. Segundo o autor:

No caso 1, o professor apresenta um problema, devidamente relatado, com dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos a investigação. Aqui os alunos não precisam sair da sala de aula para coletar novos dados e a atividade não é muito extensa. [...] No caso 2, os alunos deparam-se apenas com o problema para investigar, mas têm que sair da sala de aula para coletar os dados. Ao professor cabe apenas a tarefa de formular o problema inicial. Neste caso os alunos são mais responsabilizados pela condução das tarefas. [...] No caso 3, trata-se de projetos desenvolvidos a partir de temas “não matemáticos”, que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Aqui, a formulação do problema, a coleta de dados e a resolução são tarefas dos alunos (BARBOSA, 2004, p. 5-6).

Para o autor, os casos apontados além de ilustrar as ações compartilhadas na atividade, apontam para a ideia de organizar as atividades em consonância ao currículo e as particularidades da sala de aula. Assim, atividades de Modelagem mais curtas podem se enquadrar nos casos 1 e 2 e outras mais extensas, podem adequar-se às referências do caso 3. Todavia, ressalta-se que a participação dos alunos nas atividades é dinâmica e presume ações/interações com intensidades distintas, ao passo que são concebidas gradativamente (Quadro 3).

	Caso1	Caso 2	Caso 3
Formulação do problema	professor	Professor	professor/aluno
Simplificação	professor	Professor	professor/aluno
Coleta de dados	professor	professor/aluno	professor/aluno
Solução	Professor/aluno	professor/aluno	professor/aluno

Quadro 3: Colaboração professor/aluno em atividades de Modelagem Matemática

Fonte: Barbosa (2004, p. 7)

O quadro de Barbosa (2004) indica que os procedimentos envolvidos nas atividades de Modelagem, relacionados a: formulação do problema; simplificação;

coleta dos dados; e a solução; tanto dependerão das ações do professor enquanto facilitador, quanto serão remetidos aos alunos, ambos com papéis distintos, mas que nas suas interações, partilham de seus conhecimentos e constroem novos significados durante o desenvolvimento da atividade.

Segundo Bassanezi (2015, p. 13), no contexto das atividades de Modelagem Matemática o professor é retratado como “aquele sujeito mais experiente que facilita o processo de aprendizagem da Modelagem Matemática, já que a melhor maneira de saber usar a Modelagem Matemática é praticando Modelagem”, e o aluno é o sujeito que protagoniza a atividade, apontando para as possibilidades, no sentido de que seu conhecimento é o que mobilizará os desdobramentos do desenvolvimento da atividade.

Para Blum e Ferri (2009), compreende ao professor, em uma atividade de Modelagem Matemática:

[...] a orquestração do assunto matemático de modo a permitir que os alunos estabeleçam conexões dentro e fora da Matemática; a ação cognitiva permanente dos alunos (estimulando atividades cognitivas e metacognitivas e promovendo a independência dos alunos); uma gestão eficaz e orientada para o aprendiz em sala de aula (com variação nos métodos, usando o tempo de modo eficaz etc.) (BLUM; FERRI, 2009, p. 51-52). [tradução nossa].

Esta orquestração, por sua vez, objetiva estimular o aluno no enfrentamento e desenvolvimento da atividade, permitindo uma melhor fluência de conhecimentos na atividade e construindo sob esta perspectiva, o ato de apropriar-se da atividade já que, “estimular a participação de todos os alunos é um meio de torná-los corresponsáveis pelo aprendizado” (BIEMBENGUT; HEIN, 2016, p. 32).

Por fim, Barbosa (2009) retrata que os momentos de interação decorrentes das atividades de Modelagem, além de permitirem a sistematização de ideias matemáticas, proporcionam aos alunos a oportunidade de fomentar três tipos de discussão: a) discussões matemáticas; b) discussões técnicas; e c) discussões reflexivas.

- **discussões matemáticas** – referem-se a ideias, conceitos e algoritmos matemáticos;
- **discussões técnicas** – referem-se à representação da situação-problema em termos matemáticos;
- **discussões reflexivas** – referem-se à relação entre os critérios utilizados na construção de um modelo matemático e seus resultados (BARBOSA, 2009, p. 9).

Ao interagir nos pequenos grupos os alunos praticam o exercício de inteirar-se sobre o problema, na qual a comunicação das diferentes ideias e pensamentos tomam

um novo espaço, e as discussões, proporcionadas a partir dessas ações, dão significados autênticos para o ato de fazer Modelagem.

A seguir, em nossa última seção deste capítulo, apresentamos algumas potencialidades da utilização da Modelagem Matemática como ambiente de aprendizagem para a Educação Básica e destacamos, dentre tantos, alguns resultados.

2.4 CONTRIBUIÇÕES DA MODELAGEM MATEMÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Segundo Silva (2008) na literatura coexistem muitos argumentos favoráveis à utilização da Modelagem Matemática sob a perspectiva da Educação Matemática. O reconhecimento da aplicabilidade da Matemática em diferentes contextos e a realização do trabalho interdisciplinar, estão entre as justificativas apontadas para seu uso em sala de aula.

O trabalho com problemas provenientes do cotidiano, tem despertado nos estudantes um interesse maior em aprender, uma vez que, enxergar a aplicabilidade de conceitos matemáticos em problemas reais e do seu interesse, despertam nos alunos a motivação, e esses aspectos dirigem-se a desenvolver importantes habilidades, quando estes passam a investigar aquilo que têm vontade (BURAK, 2004, 2010).

Almeida, Silva e Vertuan (2016) destacam em seu trabalho que o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática na Educação Básica tendem a favorecer fatores como: a estimulação de aspectos motivacionais e relações com a vida fora da escola ou com as aplicações da Matemática; a viabilização ou a utilização do computador nas aulas de Matemática; a realização de trabalhos cooperativos; o desenvolvimento do conhecimento crítico e reflexivo; a utilização de diferentes registros de representação; e a coexistência de aprendizagem significativa.

No que se refere ao primeiro item elencado por Almeida, Silva e Vertuan (2016): ***a estimulação de aspectos motivacionais e relações com a vida fora da escola ou com as aplicações da Matemática***, este encontra-se, como umas das principais justificativas para a inclusão de atividades de Modelagem na prática escolar. Pondera-se que, o reconhecimento dos alunos em relação a aplicabilidade da Matemática em outras áreas do conhecimento, leva-os a um engajamento maior na atividade, ao

mesmo tempo que os motiva. Outro fator está ligado na atribuição de sentido e na construção de significados que as atividades favorecem, aproximando a matemática escolar com aspectos provenientes dos ambientes extraclasse.

No que diz respeito ao aspecto da **viabilização ou a utilização do computador nas aulas de Matemática**, este vem ao encontro das novas tendências de ensino, que utilizam a tecnologia como meio para auxiliar o aprendizado. Em Modelagem o uso do computador permite dentre outros aspectos, operar com situações mais complexas, onde o computador é uma ferramenta de facilitação. Este recurso permite que, no desenvolver das atividades, a maior parte do empenho dos alunos se concentre nas ações cognitivas exigidas pela atividade e a realização de cálculos, simulações, representações gráficas etc., sejam mediadas pelo uso da tecnologia (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016). Há, também, a possibilidade de fazer o uso do smartphone nas atividades.

Relativamente, **a realização de trabalhos cooperativos** considerado pelos autores, têm o foco nas interações que o ambiente de Modelagem promove e as discussões decorrentes da atividade. O primeiro refere-se à importância das interações sociais no sentido de construir o conhecimento através da comunicação, e o segundo por sua vez, refere-se ao desenvolvimento da aprendizagem (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016). Nas atividades de Modelagem em especial, esses aspectos são altamente relevantes, uma vez que os momentos de discussão provenientes dos resultados tomam um grande espaço no desenvolvimento das atividades.

Considerando a possibilidade do **desenvolvimento do conhecimento crítico e reflexivo**, os autores se apoiam nas reflexões de alguns trabalhos de Ole Skovsmose. Nesta vertente, trabalhos envolvendo Modelagem Matemática se mostraram profícuos no que se diz respeito ao desenvolvimento do conhecimento reflexivo, e que, segundo Almeida, Silva e Vertuan (2016, p. 33), este tipo de conhecimento “tem potencial para suscitar interpretações para os modelos em relação às situações a que são associados e pode orientar como agir numa situação estruturada pela Matemática”. Em relação ao conhecimento crítico e suas competências, é forte a presença de pesquisas com este enfoque, como se encontram em Barbosa (2003), Silva (2005) e Araújo (2009). É neste entendimento, que se enquadram as atividades de Modelagem Matemática na perspectiva sócio-crítica (KAISER; SZRIRAMAN, 2006). Para Almeida Silva e Vertuan (2016, p.33), atividades de Modelagem Matemática orientadas nessa perspectiva “podem possibilitar ao aluno,

além da aprendizagem de conteúdos, reflexões, reações e/ou ações acerca da situação que está sendo investigada e daí emerge a não neutralidade dos modelos matemáticos desenvolvidos na sala de aula”.

Quanto **a utilização de diferentes registros de representação** nas atividades de Modelagem, justifica-se pelo fato de que “a compreensão de um objeto matemático está diretamente relacionada com a identificação das diferentes representações que lhe são associadas” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, p. 34). Logo, em atividades de Modelagem Matemática esta compreensão está associada a oportunidade do aluno em relacionar diferentes representações a um mesmo objeto. Com isso os conceitos matemáticos utilizados nas atividades ganham novos significados, tornando o objeto de investigação acessível e comunicável, de modo que, a aprendizagem do aluno se dê através da utilização/compreensão dos diferentes registros de representação de um mesmo conceito matemático.

A respeito da **ocorrência de aprendizagem significativa**, esta teoria tem origem e baseia-se principalmente nos pensamentos de David Ausubel. No campo da Modelagem Matemática diversos trabalhos têm tratado da correlação entre as teorias (Modelagem Matemática e aprendizagem significativa), como os encontrados em Borssoi (2004); Fontanini (2007); Silva e Almeida (2017). Uma das condições para que ocorra a aprendizagem significativa em uma atividade, é que o aluno esteja pré-disposto a aprender. Outros aspectos, como a organização do material e os conhecimentos prévios do aluno, também estão entre os fatores considerados por Ausubel para a ocorrência da aprendizagem significativa. Em Modelagem, ao suscitar problemas provenientes da realidade, pressupõe do aluno um engajamento maior com a atividade e a dinamicidade da atividade, juntamente com as interações mobilizadas pelos pares, tendem a contemplar os aspectos apresentados por Ausubel. Logo, a Modelagem é considerada uma atividade com potencial para o desenvolvimento deste tipo de aprendizagem (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016).

De modo geral, concordamos que “um único trabalho não proporciona todas as transformações, mas o uso continuado pode trazer grandes benefícios e realizar a ligação entre ideias exploradas no processo de Modelagem e o saber sistematizado” (ALMEIDA; DIAS, 2004. p.14).

Além da articulação de inúmeros trabalhos referentes à Modelagem nos diferentes níveis de ensino, há também diversos eventos considerados importantes. Em nível nacional há a Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática na

Educação Matemática (CNMEM), com a primeira conferência em 1999. Já em nível internacional destaca-se a *The International Conference on Teaching Mathematical Modelling and Applications* (ICTMA), evento que reúne pesquisadores desde 1983.

Práticas e pesquisas de Modelagem também têm sido realizadas nos diversos níveis de ensino. Neste sentido, no quadro⁷ a seguir trazemos a compilação dos trabalhos apresentados XI CNMEM, que vinculam a Modelagem Matemática sob a perspectiva da Educação Matemática, nos diferentes níveis de ensino.

Nível de Ensino	Autores dos trabalhos (RE: Relato de Experiência e CC: Comunicação Científica)	Total de trabalhos
Educação Infantil	RE: ZAMPIROLI, KATO, (2019); CC: REZENDE, FADIN, TORTOLA (2019)	2
Anos Iniciais	RE: NUNOMURA, SILVA, PIRES (2019); SANTOS, CASSOLI, BRAZ (2019); LIMA, KMITA, PEREIRA (2019); LOVO, DALTO, SILVA (2019); CC: CERON, BORSSOI (2019); VIANA, VERTUAN (2019); KOWALEK, VELEDA (2019); TEODORO, KATO (2019); SCHIPANSKI, KOWALEK, JOCOSKI (2019);	9
Anos Finais	RE: GIRALDI, SANT'ANA (2019); MENEZES (2019); DUARTE, PAGUNG, CHAVES (2019); SOUZA, REZENDE (2019); BENTO, LIMA (2019); LIMA, LORENZONI, REZENDE (2019); LIMA, MEDEIROS (2019); AGUIAR, MALHEIROS (2019); CC: VARGAS, BISOGNIN (2019); DALVI, REZENDE, LORENZONI (2019); MESQUITA, OREY (2019); ARAKI, SILVA (2019); SANTOS, BORSSOI (2019);	13
Ensino Médio	RE: SILVA, OLIVEIRA, JERONIMO (2019); BASTOS, ROSA (2019); DUTRA, OREY, ROSA (2019); REHFELDT, et al. (2019); FERREIRA, ROCHA (2019); PEREIRA, CARDOSO (2019); VARGAS (2019); SANTOS et al. (2019); PINHEIRO, SANT'ANA (2019); FREITAS (2019); CC: CARVALHO (2019); ROCHA, SILVA (2019);	12
EJA	RE: FORNER (2019); GONÇALVES, NEGRELLI (2019); CC: OSTI, SILVA (2019); NASCIMENTO, REZENDE, LORENZONI (2019);	4
Ensino Superior	RE: ABADI et al. (2019); SEKI et al. (2019); MELO, CAMARGOS (2019); CHAVES et al. (2019); DUARTE, CORTAT, SAD (2019); SANTOS et al. (2019); ROCHA, VIANA, BIAZON (2019); NUNOMURA et al. (2019); CARDOSO, KATO (2019); JUNIOR, BORSSOI, SILVA (2019); PETRY, MEDEIROS (2019); CC: SOUZA, ALMEIDA (2019); CAMPOS, SANT'ANA(2019); VIDOTTI, KATO (2019); GOULART, ALMEIDA (2019); OMODEI, ALMEIDA (2019); BARROS, MELO, KATO (2019); GOMES, OMODEI, ALMEIDA (2019); RAMOS, ALMEIDA (2019); KOWALEK, CASTRO (2019); KOGA, SILVA (2019);	21
Outros (oficinas, minicursos, grupos de estudo etc.)	RE: MENDES et al. (2019); MARTINS et al. (2019); JUNIOR, BORBA (2019); BONOTTO, SCHELLER (2019); CARUZO, VERONEZ (2019); CC: PINTO et al. (2019); PEREIRA, KLÜBER (2019);	7

⁷ Para a elaboração do quadro realizamos a leitura dos resumos de todos trabalhos publicados eletronicamente, a fim de identificar o desenvolvimento de prática em algum nível de ensino. Não identificado o nível de ensino na leitura do resumo, procurávamos essa informação no decorrer do texto

TOTAL: 68

Quadro 4: Trabalhos publicados na XI CNMEM que retratam práticas em algum nível de ensino
Fonte: Elaborado pelo autor

A XI edição da Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática foi realizada na cidade de Belo Horizonte nas dependências da Universidade Federal de Minas Gerais, entre os dias 14 e 16 de novembro de 2019, e apresentou nos anais desta edição o total de 93 trabalhos, entre relatos de experiência e comunicações científicas, os quais revelam a possibilidade de práticas nos diferentes níveis de ensino. Destes trabalhos⁸ 68 deles, retratam práticas ou pesquisas em algum nível de ensino e o restante (25 trabalhos), abordam, dentre outras coisas, trabalhos do tipo: metapesquisas, ensaios teóricos, entre outros. Dos trabalhos apresentados na XI edição da CNMEM, apenas um⁹ deles tratou de uma discussão entre Criatividade e Modelagem Matemática. Tal fato, mostra, por um lado, a importância da Criatividade no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, entretanto, sinaliza que ainda são poucos os trabalhos desenvolvidos com essa preocupação. Neste sentido, a proposta que vislumbramos nesta dissertação se apresenta com maior relevância, tanto para o campo da Modelagem Matemática como para a Educação Matemática.

Destacamos ainda que, na perspectiva da Educação Matemática, a Modelagem por si só pode não abarcar todas as necessidades da sala de aula, mas como alternativa pedagógica, aponta para diversas possibilidades, de modo que, se bem articuladas, poderão agregar contribuições para o ensino e para a aprendizagem. Neste sentido, Biembengut e Hein (2016) afirmam que a Modelagem Matemática pode fomentar, dentre outros aspectos:

- O Incentivo à pesquisa;
- A promoção de habilidades como: formular e resolver problemas;
- O trabalho investigativo com temas do interesse comum;
- A aplicação do conteúdo matemático; e
- O desenvolvimento da criatividade.

⁸ Os trabalhos podem ser consultados na íntegra no seguinte endereço: <http://eventos.sbem.com.br/index.php/cnmem/2019/schedConf/presentations>. As respectivas referências se encontram no apêndice H ao final do trabalho.

⁹ Este trabalho apresenta um recorte da presente pesquisa, na qual discutimos o uso da estratégia de alteração no desenvolvimento de duas atividades de Modelagem Matemática.

Devido a tais assertivas e diante das considerações destacadas nesta seção, nos dedicamos no próximo capítulo em apresentar a Criatividade como habilidade para a aprendizagem da Matemática, sobretudo ao articulá-la com atividades de Modelagem Matemática.

CAPÍTULO 3

CRIATIVIDADE

Dos mais variados aspectos relacionados aos processos de ensino e aprendizagem no âmbito Educação Básica, temos interesse, de modo particular, pelo desenvolvimento da Criatividade e suas relações na formação do homem na contemporaneidade. Neste sentido, buscamos apresentar neste capítulo um olhar para a Criatividade no contexto educacional, pois concebemos este ambiente essencial na construção do conhecimento e formação do homem. Deste modo, apresentamos nos tópicos que seguem, uma revisão sintetizada de Criatividade, bem como algumas relações entre Criatividade e Matemática, foco de nossa pesquisa.

3.1 A CRIATIVIDADE E SUAS PERSPECTIVAS: UM OLHAR GLOBAL

Segundo o dicionário Aulete (2019), o termo Criatividade é caracterizado como: *capacidade de inventar, criar, conceber na imaginação*; ou ainda, *qualidade de quem ou do que é inovador, criativo, original*. Essa definição se assemelha a de outros dicionários como o Priberam (2019), que define o termo Criatividade como *capacidade de criar e inventar, ou qualidade de quem tem ideias originais*.

Atualmente, encontramos na literatura diversas conceituações de Criatividade, sobretudo nas pesquisas da área da psicologia e de estudos relacionados ao âmbito educacional e tecnológico (ALENCAR; FLEITH, 2009; ALENCAR; BRAGA; MARINHO, 2016). Todavia, sua compreensão tem apresentado muitos desafios, uma vez que sua complexidade teórica e epistemológica precisa ser compreendida pelos diferentes sujeitos para a qual se apresenta, sobretudo o professor.

A dificuldade de conceituação teórica da Criatividade nos seus mais variados aspectos vai ao encontro do que afirma Antunes (2004, p.11) de que “é bem mais fácil identificar-se a criatividade que conceituá-la”, porém percebe-se que “ a emergência de uma ideia ou produto novo parece ser, entretanto, o aspecto mais frequente em muitas definições já propostas para o termo” (ALENCAR; FLEITH, 2009, p.161).

Segundo Alencar e Fleith (2009), foi a partir da década de 1950 que os primeiros estudos se debruçaram em tratar a Criatividade como campo distinto, visto que na primeira metade do século XX as pesquisas sobre o processo criativo e o

pensamento criador eram voltadas especificamente à inteligência e suas relações, ficando a Criatividade alheia a muitas pesquisas.

Neste período, destacava-se o interesse da psicologia nas áreas correspondentes ao que se conhece por processos criativos mentais. De acordo com Alencar e Fleith (2009, p.7), na época “o conceito de inteligência dominou a mente dos psicólogos interessados nos processos de pensamento”. Muitos “pressupunham que a Criatividade não apresentava nenhum problema especial, uma vez que o conceito de inteligência era tido como suficiente para explicar todos os aspectos do funcionamento mental” (ALENCAR; FLEITH, 2009 p.11).

Foi somente com o advento do movimento humanístico e do movimento da potencialidade humana, ambos ramos da psicologia, que o estudo da Criatividade passou a ser considerado, especialmente em estudos referentes a capacidade do ser humano em criar e modificar as coisas (ALENCAR; FLEITH, 2009).

A partir do sucedido, diversas pesquisas surgiram nesta direção (ALENCAR, 1974; ALENCAR, 1975; ALENCAR; FLEITH, 2003; ALENCAR, 2007), como também muitas questões apareceram em relação ao ramo da Criatividade. Dentre essas questões, segundo Alencar e Fleith (2009), um número significativo de pesquisas tem se dedicado a elas:

- É possível desenvolver a criatividade de qualquer indivíduo?
 - Somo todos nós criativos?
 - Quais os traços que caracterizam os indivíduos altamente criativos?
 - Qual a natureza do processo criativo?
 - Qual efeito dos ambientes familiar e escolar no desenvolvimento do potencial criador?
 - Que técnicas facilitam a emergência do processo criador?
 - Que fatores do ambiente de trabalho constituem obstáculos à criatividade?
 - Como favorecer a introdução bem-sucedida de novas ideias e inovações nas organizações?
 - Quais relações entre criatividade e saúde mental?
 - Qual o papel do inconsciente e do pré-consciente no processo de criação?
- (ALENCAR; FLEITH, 2009 p. 8-9).

Em relação às questões supracitadas, faz-se necessário neste trabalho, tecer algumas considerações sobre elas, não sobre todas, mas principalmente, àqueles referentes aos processos de criação e das habilidades criativas no ambiente escolar.

Umas das primeiras elucidações que trazemos, e que vários teóricos apontam como primordial, é que a Criatividade é sim uma capacidade de todo indivíduo (ANTUNES, 2004; ALENCAR; FLEITH, 2009), ainda que em alguns possa ocorrer em maior ou menor grau. Para Antunes (2004, p. 9), “vai longe o tempo em que se

acreditava que a criatividade nas pessoas ou estava previamente programada em seus genes ou era um atributo específico de um Deus seletivo”.

A Criatividade pode ser caracterizada pela presença de aspectos como originalidade, flexibilidade, fluência, elaboração, redefinição e a sensibilidade para problemas (ALENCAR; FLEITH, 2009). Esta caracterização advém, principalmente, das pesquisas que enfatizam, dentre outros fatores, os aspectos cognitivos em indivíduos criativos.

Deste modo,

por fluência, entende-se a habilidade do indivíduo para gerar um número relativamente grande de idéias na área de atuação. [...] flexibilidade de pensamento implica uma mudança de algum tipo, uma mudança de significado na interpretação ou uso de algo; uma mudança na estratégia de fazer uma dada tarefa ou na direção do pensamento. [...] implica portanto, romper com um padrão de pensamento, visualizando o problema sob vários enfoques. [...] também é importante a presença da originalidade, a qual é estudada por meio da representação de respostas incomuns e remotas. [...] a elaboração consiste na facilidade em acrescentar uma variedade de detalhes a uma informação, produtos ou esquemas, [...] já a redefinição implica transformações, revisões ou outras modalidades de mudanças na informação. [...] um outro traço associado ao pensamento criativo é a sensibilidade para problemas, que diz respeito a habilidade de ver defeitos, deficiências em uma situação na qual usualmente não se percebem problemas (ALENCAR; FLEITH, 2009, p. 27-30).

Para Guilford (1971, apud, ALENCAR; FLEITH, 2009) os aspectos denominados flexibilidade, originalidade e fluência, são aqueles que possuem maior relação com o pensamento divergente¹⁰ e, segundo o autor, estão diretamente relacionados ao pensamento criativo, pois possibilitam no contexto das tarefas o uso de um número significativo de estratégias e ideias. Todavia, ressalta que outras habilidades cognitivas, como elaboração, redefinição e sensibilidade para problemas, são aspectos valiosos ao desenvolvimento e concretização das ações criativas.

Em relação a como ocorre o processo de criação, Alencar e Fleith (2009) destacam as contribuições do matemático Poincaré, que por volta de 1902, apresentou as primeiras reflexões sobre as fases da criação. O autor concebe o processo de criação em três fases, que denominou de preparação, iluminação e verificação de ideias. Semelhantemente, por volta de 1926 o psicólogo social inglês

10 O **pensamento divergente** é um aspecto da Criatividade que se associa a geração de múltiplas respostas/ideias para um problema ou explicação de um fenômeno (AMARAL, 2016). Para esse mesmo autor, tanto a manifestação da Criatividade como sua concretização, se encontram na combinação dos dois tipos de pensamento: o divergente, que possibilita apresentar um número significativo de ideias na resolução de um problema especificamente; e o convergente, que possibilita selecionar e empreender uma dessas ideias.

Graham Wallas apresentou um modelo que considerava o processo de criação em quatro estágios: preparação, incubação, iluminação e verificação. Esse modelo, por sua vez, descreve que:

[...] no primeiro [estágio], o problema é investigado em todas as direções. No segundo, dois aspectos destacam-se: durante esse estágio, o indivíduo não está voluntária ou conscientemente pensando no problema particular; uma série de acontecimentos mentais inconscientes e involuntários toma lugar. Este estágio transcorreria, pois, tanto enquanto o indivíduo estivesse trabalhando mentalmente em outros problemas como em um momento em que estivesse totalmente relaxado de qualquer trabalho mental consciente. A iluminação, que seria o momento em que ocorre a ideia ou solução, de modo geral, dá-se de uma forma instantânea e não esperada, sendo difícil exercer sobre ela algum tipo de controle ou influência. Finalmente, a verificação teria características semelhantes às da preparação, constituindo-se na avaliação da solução proposta. Nesta fase o criador além de desenvolver uma atividade lógico-racional, deve também exercer seu pensamento crítico, o que o leva, algumas vezes a reformular suas ideias originais ou mesmo a abandonar seu problema ou questão (ALENCAR; FLEITH, 2009, p.44). [acréscimo nosso]

Outro modelo que descreve o processo criativo é apresentado nos trabalhos de Smirnov e Leontiev (1960). Estes autores, ao examinarem a criação científica, conceberam, assim como Poincaré, três fases criativas, denominadas: **preparação**, no qual se dá a elaboração de um problema, o levantamento de hipóteses e a seleção do método de investigação; a **investigação**, que é por si, a avaliação e o teste destas hipóteses; e por último, a **solução do problema**, que é a fase que busca validar o problema ou comprová-lo nas aplicações práticas (SMIRNOV; LEONTIEV, 1960, apud ALENCAR; FLEITH, 2009).

Nota-se que de modos semelhantes, muitas teorias foram trazendo diversas aproximações, contribuindo nos estudos da Criatividade por diferentes olhares, sobretudo, pela sistematização e descrição dos processos criativos. Mas ainda pode-se perguntar, o que pode influenciar e interferir nesses processos?

Diversas pesquisas têm se atentado ao estudo dos fatores que podem influenciar a Criatividade. Dentre elas, destaca-se o trabalho do psicólogo húngaro Mihaly Csikszentmihalyi, que ponderou, dentre outras coisas, que as condições ambientais podem tanto favorecer, quanto inibir a produção criativa. Segundo Alencar e Fleith (2009) pesquisas como essas surgiram, devido a concepção errônea de que a Criatividade dependeria exclusivamente de fatores intrapessoais, sem levar em conta a influência da sociedade e do meio nos processos criativos. Segundo as autoras, entende-se que a “criatividade, nessa perspectiva, é considerada um processo sociocultural e não apenas um fenômeno individual” (ALENCAR; FLEITH,

2009, p. 16) ou melhor, que a “criatividade não ocorre dentro dos indivíduos, mas é resultado da interação entre os pensamentos do indivíduo e o contexto sociocultural” (CSIKSZENTMIHALYI, 1996, apud, ALENCAR; FLEITH, 2003, p.6)

Alencar e Fleith (2003), destacam, ainda, as contribuições da Teoria¹¹ do investimento, a qual diz respeito a influência do contexto ambiental no desenvolvimento da Criatividade. Nesta perspectiva fatores como a inteligência, os estilos intelectuais, o conhecimento, a personalidade e a motivação também influenciam diretamente o desenvolvimento da Criatividade.

Em relação ao contexto ambiental, Alencar e Fleith (2003) consideram que este pode influenciar a expressão criativa de três maneiras distintas, pois uma pessoa ou produto só podem ser julgados como criativos ou não, dentro desse contexto ou espaço. As três maneiras em que o contexto ambiental exerce sua influência na Criatividade diz respeito, primeiramente ao grau em que favorece a geração de novas ideias; em segundo, pela extensão que encoraja e dá apoio ao desenvolvimento das ideias criativas e, por último, pela avaliação do produto que é feita neste ambiente.

Importante, ainda, destacar a influência da escola no desenvolvimento e cultura da Criatividade, uma vez que um jovem pode passar cerca de 12 anos ou mais neste ambiente. Entretanto, não somente o ambiente, mas toda sua estrutura (corpo docente, funcionários, planos pedagógicos) são apontados na literatura como influenciadores diretos no desenvolvimento da Criatividade dos alunos. Se este conjunto não direcionar para ações que permitam o desenvolvimento da Criatividade, certamente muitas potencialidades poderão ser barradas ou até mesmo inibidas em nossas salas de aula.

Mas será possível estimular, ou mesmo influenciar, as habilidades criativas em um indivíduo qualquer? Segundo Antunes (2004), um dos primeiros a acreditar nesta hipótese foi o psicólogo e filósofo Piaget, que admitia a possibilidade de diferentes intervenções para a construção do conhecimento e da Criatividade nas crianças. Segundo Antunes (2004), Piaget propôs três estratégias com este fim:

a primeira consistindo de estímulo para que a criança pudesse trabalhar sozinha por algum tempo; a segunda, se fornece ajuda para que ela possa dispor de todas as informações possíveis sobre o objeto da criação pretendida; e a terceira, reconhecendo sempre em nós um adversário, crítico agudo que conduz ao aprimoramento (ANTUNES, 2004, p. 12).

¹¹ A Teoria do Investimento é um dos quatro modelos de estudo da Criatividade, os quais compreendem a Criatividade como um processo sistêmico, não individual.

Em confluência a estes pensamentos, encontramos na literatura, vários modelos para o estímulo do desenvolvimento da Criatividade e das habilidades criativas a ela relacionadas (ALENCAR; FLEITH, 2009).

Dentre as pesquisas, destacamos o modelo para o desenvolvimento da Criatividade, construído por Alencar (2007). Sobre os aspectos considerados na elaboração do modelo, a autora considera importante contemplar as diversas habilidades de pensamento, os traços de personalidade, a diminuição dos bloqueios à capacidade criadora, o uso e o domínio de técnicas adequadas e, por último, a promoção de um clima favorável ao desenvolvimento da Criatividade.

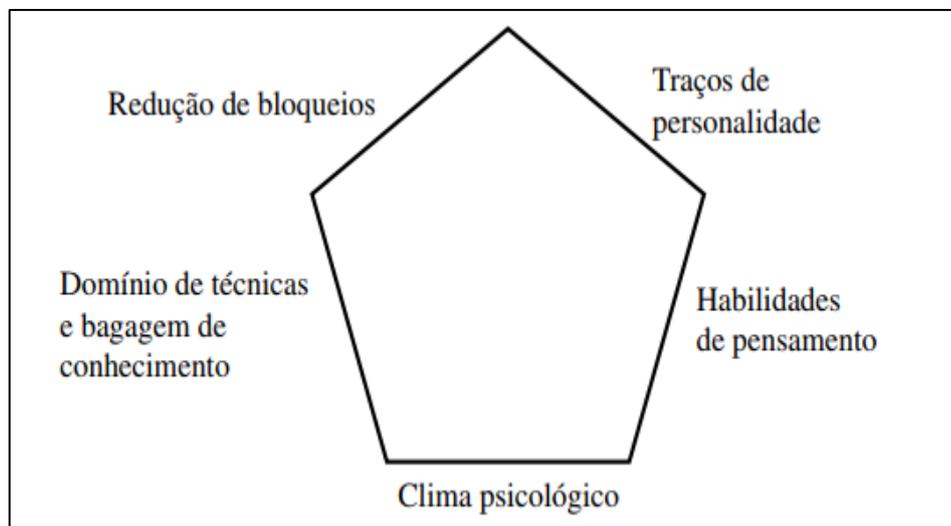


Figura 3: Modelo para o desenvolvimento da criatividade
Fonte: Alencar (2007, p.46)

Segundo a autora o modelo contempla, no que se refere às habilidades de pensamento criativo, fatores como originalidade, flexibilidade e fluência (ambas características do pensamento divergente). Em relação aos traços de personalidade, o modelo se atenta em cultivar e estimular atributos nos indivíduos que favorecem a capacidade criativa, como autoconfiança, independência, iniciativa, persistência, flexibilidade entre outros. Já em relação à promoção de um clima psicológico favorável ao desenvolvimento da Criatividade, estes se traduzem em quatro princípios que são: i) confiança na capacidade e competência de cada indivíduo; ii) apoio e estímulo à expressão de novas ideias; iii) provisão de incentivos à produção da Criatividade e, iv) implementação de atividades desafiadoras e heurísticas (ALENCAR, 2007).

Esse modelo, além de ter contribuído significativamente para as pesquisas da área da Criatividade e seu desenvolvimento, foi motivado principalmente por aspectos altamente relevantes, como destaca a autora:

o que nos levou ao seu desenvolvimento foi a observação de várias práticas pedagógicas inibidoras à criatividade frequentes em escolas brasileiras, como ensino voltado para o passado, enfatizando-se a reprodução e memorização do conhecimento; uso de exercícios que admitem apenas uma única resposta correta, fortalecendo-se a dicotomia certo-errado e cultivando-se em demasia o medo do erro e do fracasso; estandardização do conteúdo, aliado ao pressuposto de que todos devem aprender no mesmo ritmo e da mesma forma; não valorização por parte de muitos docentes de formas alternativas de resolver problemas; baixas expectativas com relação a capacidade do aluno de produzir ideias inovadoras; além da centralização da instrução no professor (ALENCAR, 2007, p. 46).

Baseados nestas considerações, Alencar e Fleith (2009) apresentam algumas indicações para promover a Criatividade em sala de aula. Basicamente, estes mecanismos se fundamentam nas ações do professor, pois além de ser o mediador do conhecimento, está entre as competências do professor propiciar um clima favorável ao desenvolvimento da Criatividade.

Neste entendimento, Alencar e Fleith (2009, p.136) destacam que o professor que propicia condições favoráveis ao desenvolvimento da Criatividade, deve promover nas atividades com seus alunos: envolvimento, motivação, persistência e determinação; curiosidade, espírito de aventura na exploração dos tópicos abordados; independência, autoconfiança e, por fim, o impulso para experimentar tarefas difíceis.

Em relação ao comportamento do professor que estimula a Criatividade com seus alunos, segundo¹² Alencar e Fleith (2009, p. 137) destaca-se aquele professor que:

- Encoraja o aluno a aprender de forma independente;
- Motiva seus alunos a dominar o conhecimento factual. De tal forma que tenham uma base sólida para propor novas ideias;
- Encoraja o pensamento flexível em seus alunos;
- Leva em conta as sugestões e as questões de seus alunos;
- Oferece oportunidades ao aluno para trabalhar com uma diversidade de materiais e sob diferentes condições;
- Ajuda os alunos a aprenderem com a frustração e o fracasso, de tal forma que tenham coragem para tentar o novo e o inusitado;
- Promove a auto avaliação pelos estudantes.

12 Ao propor esta lista de comportamentos do professor que estimula a criatividade em sala de aula Alencar e Fleith (2009) se basearam nos trabalhos de Cropley (1997).

A partir do exposto nesta seção, sobressai-se a importância de atitudes e práticas que possibilitem uma reflexão sobre a dinâmica do ensino e aprendizagem no ambiente escolar. Daí que acreditamos que a Modelagem Matemática tem potencial para contribuir no ensino de Matemática e, na promoção e estímulo à Criatividade. Pois, ao assumir características de problemas abertos e heurísticos, ações descentralizadas e a valorização do aluno como protagonista (PEREIRA, 2008), já demonstra o rompimento com as práticas consideradas tradicionais, que são atualmente pouco investigativas e desafiadoras. Entretanto, antes desse olhar para a Modelagem como prática de ensino promotora da Criatividade, trataremos na próxima seção de alguns aspectos relacionados à Criatividade na Matemática especificamente.

3.2 A CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA

Como exposto na primeira seção deste capítulo, percebe-se que os estudos referentes à Criatividade perpassaram por diferentes momentos, com foco em diversos fatores. O desenvolvimento das pesquisas releva a diversidade de conceitos e definições referentes à Criatividade e suas relações.

Segundo Pinheiro (2013), Amaral (2016), Gontijo et al (2019), as primeiras referências ao estudo da Criatividade no campo da Matemática se atribuem aos matemáticos Poincaré (1908-1996) e a Jacques Hadamard (1865-1963), ambos estudiosos do final do século XX.

Poincaré fez sua contribuição no campo da criação em matemática, refletindo, a partir de suas próprias experiências, a função do consciente e do inconsciente no processo de criação, pois segundo ele, ambas funções estavam intrinsecamente conectadas, de modo que o esforço do consciente na resolução de um determinado problema corroborava para a ativação das funções do inconsciente no encontro desta resposta ou solução.

Gontijo et al (2019), ao comentar as contribuições de Poincaré destaca:

evidencia-se o importante papel do trabalho consciente para o acionamento do inconsciente na criação matemática, não se tratando essa criação, de certo, de um mero processo automático. Poincaré destacou a importância do trabalho consciente no sentido de que é ele que coloca em movimento esses elementos que, combinados, dão origem às soluções para os problemas, assim como, ao se movimentarem, os átomos se chocam, possibilitando a formação das moléculas. Por sua vez, emergem do inconsciente soluções selecionadas como úteis para o problema sobre qual o indivíduo tanto se

debruçou durante horas de trabalho consciente sem obtenção de resultados (GONTIJO et al. 2019, p.37).

Jacques Hadamard no seu trabalho de título “Psicologia da invenção na Matemática”, tratou de estudar o processo de criação, baseado em suas experiências com a matemática e nas experiências de colegas contemporâneos, através do qual buscou analisar a influência de distintos aspectos, como rotina, ambiente, hábitos e preferências, nos processos das descobertas e invenções matemáticas (HADAMARD, 2009).

No que se refere às relações da Criatividade na Matemática, Gontijo (2007), Pinheiro (2013) e Gontijo et al (2019), apontam que as múltiplas perspectivas da Criatividade (conceitos e definições) também estão presentes nas pesquisas do campo da Matemática. As principais referências teóricas da área têm tratado a Criatividade na Matemática por diferentes concepções e perspectivas, apresentando um ou outro aspecto distinto, mas que de modo geral permitem olhar para as particularidades desta habilidade sob um espectro significativo enquanto corpus organizado.

Para Sriraman (2005, apud GONTIJO et al. 2019, p. 46), a “criatividade em matemática está relacionada com a capacidade de propor algoritmos incomuns, bem como a capacidade de encontrar várias respostas incomuns para um mesmo problema”. Esta definição é próxima da concepção de Fetterly (2010 apud, GONTIJO et al. 2019, p.46), que visualiza a Criatividade em Matemática como “competência para invenção de algoritmos, estratégias e abordagens alternativas a um problema padrão”.

Já para Gontijo (2007), a Criatividade em Matemática é concebida 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).

Dentre as definições retratadas na literatura, nota-se que a elaboração ou modificação de pensamento ou produtos incomuns/originais são fatores recorrentes que permeiam a Criatividade Matemática, e para Gontijo (2007),

a capacidade criativa em Matemática também deve ser caracterizada pela 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).

As considerações do autor baseiam-se principalmente nos estudos que apontam que um clima facilitador à promoção da Criatividade, deve estar permeada das habilidades do pensamento divergente como fluência, flexibilidade e originalidade, como também de processos cognitivos como a elaboração.

Em relação aos aspectos que caracterizam o pensamento divergente na criação em matemática Vasconcelos (2012, p. 13) afirma que “no pensamento divergente a busca da resposta ocorre com o objetivo de resolver o problema, quando este ainda não foi resolvido e não existem padrões pré-determinados pra solucioná-lo”, logo, este tipo de pensamento se associa a resoluções mais elaboradas que exigem do aluno um esforço cognitivo maior, contribuindo com desenvolvimento das capacidades criativas, pois para o autor, “o pensamento divergente tende a uma variedade de respostas originais” (VASCONSELOS, 2012, p.13).

Sabe-se que os estudos referentes à Criatividade, apresentam marcas profundas do campo da psicologia sobretudo aos processos cognitivos. Entretanto, estudos recentes têm discutido a influência de outros fatores na Criatividade matemática, como, por exemplo, a escola. Para Gontijo et al (2019, p.14), “a escola é um dos principais espaços de vivências e de socialização para as crianças e jovens, convertendo-se, portanto, em um lugar privilegiado para um trabalho pedagógico que favoreça o desenvolvimento da criatividade”.

No tocante ao ensino da Matemática, se torna ainda mais relevante a busca de estratégias que promovam um ambiente criativo e motivador, pois é sabido que a disciplina de Matemática é associada muitas vezes, como uma disciplina difícil e para poucos. Logo, sobrealça-se a importância em promover condições que ajudem, tanto o professor como os alunos na superação dos possíveis obstáculos na sala de aula, principalmente no que diz respeito às concepções negativas de alguns alunos em relação à disciplina de Matemática. Com essa ideia, colaboram Gontijo et al (2019) ao afirmar que:

diversas estratégias didáticas podem constituir possibilidades para a superação das representações negativas relacionadas a matemática. Acreditamos que um currículo que se preocupe com o desenvolvimento da criatividade pode ter uma significação importante nessa superação (GONTIJO, et al, 2019, p.15).

Dentre as estratégias didáticas que visam o desenvolvimento da Criatividade em Matemática, Gontijo (2007), Gontijo et al (2019) destacam, a utilização de práticas com a Resolução de Problemas abertos; a Elaboração de Problemas; e a Redefinição de Problemas.

Em relação à resolução de problemas abertos, justifica-se sua implementação nas aulas de Matemática devido ao fato de, muitas vezes, as práticas de ensino tradicionais se limitarem à utilização de problemas poucos atrativos e desmotivadores, no qual não permitem ações investigativas com diferentes possibilidades de encaminhamentos, inibindo, segundo Gontijo (2007), aspectos importantes no processo de criação. Para Gontijo et al (2019, p. 62) “os problemas abertos, ao contrário dos fechados, oferecem ao seu solucionador a chance de aventurar-se no mundo da imaginação na medida em que o indivíduo sabe não estar preso a processos e resultados pré-determinados”, logo permite em seu contexto o desenvolvimento e o uso de diversas habilidades criativas.

Em relação à elaboração de problemas nas aulas de Matemática, pesquisas mostram que esta proposta pedagógica tem contribuído significativamente na questão do favorecimento à Criatividade (FONTEQUE, 2019; GONTIJO et al 2019), visto que a elaboração de problemas matemáticos é considerada “uma atividade cognitiva mais complexa que a formulação e o levantamento de problemas” (RAMIREZ, 2006, apud GONTIJO et. al. 2019, p. 65). Portanto, tal atividade, pode estimular diferentes ações cognitivas dos alunos e essas ações, segundo Alencar e Fleith (2009), são elementos que se associam ao processo criativo.

Sobre a Redefinição de Problemas, Gontijo (2007) e Gontijo et al (2019) consideram que esta estratégia permite ao aluno redefinir ou adaptar uma situação-problema, em termos de suas qualidades, para uma nova perspectiva, produzindo neste contexto, múltiplas formas de representar uma situação. Desta forma, no que se refere ao desenvolvimento da Criatividade, a redefinição de problemas pode “auxiliar o aluno a enxergar novas possibilidades de solução para questões propostas” (GONTIJO et al, 2019, p. 73), podendo promover, neste contexto, a fluência de ideias e a flexibilidade de pensamento.

Do arcabouço de trabalhos que Gontijo et al (2019) trata em seu livro sobre Criatividade em Matemática, grande parte deles são de pesquisas internacionais, desenvolvidos em países como Estados Unidos, Coreia, Reino Unido, Israel e China.

O autor destaca também pesquisas desenvolvidas no Brasil, como, por exemplo, os trabalhos de Vasconcelos (2002), Pereira (2008), Otaviano (2009), Farias (2015), Carvalho (2015) e Fonseca (2015). Destes trabalhos, a maior parte trata das relações da Criatividade na resolução e elaboração de problemas matemáticos. Temos ainda, outros relacionados à percepção da Criatividade no ambiente escolar.

O único trabalho, apresentado pelo autor, que trata especificamente da relação entre Criatividade e Modelagem Matemática em âmbito nacional, é de Pereira (2008), revelando a necessidade de novas pesquisas brasileiras neste campo.

A partir das considerações apresentadas neste capítulo, passaremos a tratar no capítulo que se segue, sobre as relações da Modelagem Matemática, assumida neste trabalho como uma alternativa pedagógica (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016), com a Criatividade e suas estratégias de desenvolvimento na sala de aula.

CAPÍTULO 4

CRIATIVIDADE E MODELAGEM MATEMÁTICA

Nesta seção realizamos algumas aproximações teóricas entre a Modelagem Matemática e a Criatividade. As aproximações baseiam-se nas leituras que subsidiaram esta pesquisa, que se somam com os trabalhos já publicados na área. Deste modo, subdividimos esta seção em três subtópicos. No primeiro, apresentamos as aproximações da Criatividade e Modelagem Matemática retratadas na literatura (artigos, dissertações etc.). Por conseguinte, acrescentamos nossas considerações e tratamos em fazer uma aproximação teórica referentes aos elementos do processo criativo (ALENCAR; FLEITH, 2009) com a Modelagem Matemática na perspectiva de Almeida, Silva e Vertuan (2016) (tópico dois). No terceiro, apresentamos a construção do referencial teórico que subsidiou a elaboração do nosso produto educacional, no qual foram associadas estratégias de estímulo do pensamento criativo (GONTIJO, 2007) nas atividades de Modelagem, enquanto alternativa pedagógica.

4.1 CONFLUÊNCIAS ENTRE MODELAGEM MATEMÁTICA E CRIATIVIDADE

Um dos grandes desafios deste início de século, em que um panorama de alto desenvolvimento científico-tecnológico está presente, é tornar o homem capaz de utilizar sua **criatividade** para gerar inovação e provocar mudanças no cenário em que está inserido (BASSANEZI, 2015, p. 13) [grifo nosso].

Nas pesquisas brasileiras, no que diz respeito à questão da Criatividade, sobretudo Criatividade em Matemática, ainda é pequeno o número trabalhos associados à temática (GONTIJO et al 2019), assim como é escassa a produção acadêmica que trata da Criatividade no contexto de práticas com Modelagem Matemática.

Dentre os trabalhos encontrados na literatura, estão os de Pereira (2008, 2013, 2016), Brandt (2016), Vertuan e Setti (2018) e Viana et al (2019). Dos trabalhos supracitados, a maior parte são textos no formato de artigos: Pereira (2013), Vertuan

e Setti (2018), Viana et al (2019); outros dois são capítulos de um mesmo livro¹³: Pereira (2016) e Brandt (2016); e por último, temos a dissertação de Pereira (2008).

Pereira (2008) defendeu sua dissertação, ainda em 2008, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Com o título: “A modelagem matemática e suas implicações para o desenvolvimento da criatividade”, o trabalho teve por objetivo:

identificar e analisar aspectos relativos à criatividade presentes em situações de ensino que utilizam a Modelagem Matemática como metodologia de trabalho e investigação, descritas em algumas dissertações desenvolvidas em Programas de Pós-Graduação de universidades brasileiras e produzir indicadores sobre a relação Modelagem Matemática e Criatividade. (PEREIRA, 2008, p. 12).

Mediante a construção de um corpo teórico que retrata as principais características da Criatividade, a autora propôs analisar atividades de Modelagem Matemática (pesquisa meta analítica) descritas em quatro dissertações de mestrado. Neste contexto, a autora apresenta como primeiro resultado que “a liberdade de ação dos estudantes e a tarefa na perspectiva heurística são pontos-chave para a promoção da criatividade em sala de aula” (PEREIRA, 2008, p.94). Destaca, que a abordagem de situações advindas da realidade dos alunos, contribuiu nos aspectos relacionados à motivação e ao autoconceito. Estes aspectos, por sua vez, indicam condições favoráveis ao desenvolvimento e cultivo da Criatividade nas atividades de Modelagem Matemática. Embora, a Modelagem apresente diversos fatores que se associam ao desenvolvimento da Criatividade, a autora destaca, que “a Modelagem Matemática em si não propicia o desenvolvimento da criatividade dos estudantes” (PEREIRA, 2008, p. 95). Fatores como o ambiente no qual os alunos estão inseridos, e os modos de como o professor intervém na sala de aula, devem ser considerados segundo a autora.

Outro trabalho de Pereira (2013) é um artigo de cunho bibliográfico, no qual a autora se propôs a analisar o potencial criativo da Resolução de Problemas e da Modelagem Matemática no contexto de aulas de Matemática. Neste trabalho a autora destaca que a intervenção do professor na sala de aula; o conhecimento a respeito da Criatividade e da Educação Matemática; o conhecimento acerca das novas tendências de ensino, são aspectos substanciais para que se proporcione o desenvolvimento da Criatividade nos estudantes. Nas conclusões do trabalho a autora

13 A obra tem por título: “Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações”. São organizadores desta obra os professores Célia Brandt, Dionísio Burak e Thiago Emanuel Klüber.

ressalta, ainda, que “para que a criatividade em Matemática se manifeste nas aulas de Matemática, é necessário que as relações entre estudantes e professores sejam de colaboração e participação ativa no desenvolvimento da atividade” (PEREIRA, 2013, p. 11), logo, subentende-se, por esta afirmação, que as relações afetivas são aspectos importantes nos ambientes de ensino que visam estimular a Criatividade, de modo que o incentivo e o apoio as ideias dos alunos sejam sempre presentes.

Já no capítulo de livro publicado em 2016, Pereira (2016) trata das relações da Modelagem Matemática e o papel do professor, acerca dos aspectos referentes ao desenvolvimento da Criatividade na sala de aula. Neste trabalho, a autora aponta que a Modelagem Matemática e a Criatividade são campos de estudos nos quais é possível encontrar confluências de objetivos e ideias e, possuem desta forma, vários aspectos em comum, como, por exemplo, a capacidade do pensamento criativo, que se resume: na tomada de consciência de problemas; no pensar em possíveis soluções; e, no confronto da resposta. Outro aspecto para o desenvolvimento da Criatividade, apontado em seu trabalho como importante, é que, além do domínio do conteúdo básico, o professor “deve estar aberto aos questionamentos e as sugestões dos estudantes” (PEREIRA, 2016, p. 210).

No livro supracitado, encontra-se ainda o trabalho de Brandt (2016), que apresenta um ensaio teórico sobre o pensamento complexo, a Criatividade e as representações semióticas em atividades de Modelagem Matemática. Este trabalho teve por objetivo tanto propor reflexões teóricas sobre o pensamento complexo e a Criatividade, quanto o intuito de elencar possíveis relações destes conceitos com a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (BRANDT, 2016). Dentre as conclusões apresentadas pela autora “destaca-se que a complexidade do fenômeno¹⁴ exige a criatividade para o enfrentamento dos problemas, mas que não emerge por si só, por contemplação, e sim por desafios, tal como possibilitado pela metodologia da Modelagem Matemática” (BRANDT, 2016, p.175). É por este espectro que o trabalho aponta que há convergências das teorias supracitadas, em especial, sob a perspectiva da Modelagem Matemática adotada.

O artigo escrito por Vertuan e Setti (2018), tratou de analisar a percepção de alunos egressos de um curso de Licenciatura em Matemática sobre suas formações

¹⁴ **Fenômeno**, no sentido de alguma ocorrência observável, natural ou não. Um exemplo de fenômeno, pode ser a ocorrência de marés na praia, que neste caso é um fenômeno estritamente natural; ou ainda, a aprendizagem de um sujeito em um contexto específico.

iniciais. Na pesquisa, os alunos responderam a um questionário concernente à questões da Criatividade e da Modelagem Matemática durante seu período de formação inicial. O estudo mostrou, dentre outros aspectos, que a percepção dos alunos sobre o que consideram alunos e professores criativos, denotam aspectos do pensamento divergente como originalidade, flexibilidade e fluência. Os autores apontam ainda que “os aspectos de criatividade relacionados às ações dos alunos diferem dos aspectos relacionados às ações dos docentes, devido ao entendimento dos egressos acerca do que compete a um e a outro no ambiente escolar” (VERTUAN; SETTI, 2018, p. 14). Ao trazer à memória ações desenvolvidas em sua formação inicial que denotassem estímulo ou promoção Criatividade, os participantes apontam que as atividades desenvolvidas em laboratórios, as atividades experimentais, investigativas, e as atividades de Modelagem Matemática se destacam, pois, segundo eles, estas atividades permitem no contexto de suas formações iniciais, a promoção da liberdade e da autonomia. Ademais, os alunos apontam a importância do tempo investido nestas tarefas e nas discussões feitas em grupo. Assim, esses fatores retratados no trabalho, são apontados na literatura como essenciais para a promoção de um ambiente favorável à Criatividade e ações criativas.

O último trabalho que retratamos é o de Viana et al (2019). Neste artigo, os autores se propuseram a investigar quais aspectos da Criatividade, direcionados pelos pressupostos da originalidade, flexibilidade e fluidez, podem emergir no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática. A atividade analisada tratava da investigação sobre a quantidade de fios de cabelo de uma pessoa. O estudo mostra que na atividade analisada, as ações dos alunos na resolução do problema, denotam, hora ou outra, aspectos relacionados à flexibilidade e fluidez, devido a abundância de ideias e a mobilização dos diferentes registros de representação dos objetos matemáticos nas tarefas, como também considera original o método utilizado pelos alunos para a coleta de dados (construção de um protótipo). Nas considerações da pesquisa, os autores destacam que: “nem sempre a abundância de ideias e/ ou estratégias matemáticas estarão presentes em outras atividades de Modelagem, pois ao considerar a natureza da atividade, pode ser que alguns aspectos criativos estejam menos presentes” (VIANA, et al. 2019, p.10). Logo, os resultados se aproximam das ideias de Pereira (2008), de que o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem por si só não tende a garantir a promoção da Criatividade, dado que a intervenção do

professor, as estratégias por ele utilizadas nas atividades, interferem diretamente nos processos de criação e aprendizagem dos alunos.

Apesar do foco dos trabalhos apresentados nesta seção diferirem da nossa pesquisa enquanto proposta de investigação, ressaltamos que as diferentes ideias articuladas juntamente com o respaldo teórico constituído, contribuíram com a construção do nosso trabalho, o qual se ateve em analisar às manifestações de Criatividade que emergem nas atividades de Modelagem, quando o professor faz o uso consciente de estratégias de estímulo do pensamento criativo.

4.2 UMA APROXIMAÇÃO DOS ELEMENTOS DO PROCESSO CRIATIVO COM A MODELAGEM MATEMÁTICA

Em contribuição aos trabalhos apresentados em 4.1, trataremos agora de uma articulação teórica referente aos elementos do processo criativo, baseados em Alencar e Fleith (2009) e os aspectos da Modelagem Matemática, baseados em Almeida, Silva e Vertuan (2016). Ressaltamos que muitos desses aspectos já aparecem nas seções de dimensão teórica deste trabalho, por isso, aqui, apenas nos limitamos a estabelecer uma aproximação de ideias segundo a concepção adotada.

A literatura, em geral, discute o processo criativo segundo três etapas: a) preparação, b) iluminação e c) verificação e comunicação de ideias. Essas etapas, segundo Alencar e Fleith (2009), são abordadas na literatura por diferentes enfoques e perspectivas, mas de modo geral, apresentam elementos essenciais, que segundo Alencar e Fleith (2009) são assim caracterizados:

- Ele não ocorre de maneira sistemática e organizada do começo ao fim. As etapas [...] não seguem necessariamente, uma sequência linear.
- Condições favoráveis à criação, como disponibilidade de tempo e recursos, devem ser levadas em consideração no processo criativo.
- Motivação intrínseca é um fator importante.
- No decorrer deste processo, observa-se a conjugação de aspectos cognitivos e afetivos.
- Bagagem de conhecimentos sobre a área investigada é essencial para o desenvolvimento e para a implementação de novas ideias.
- Estratégias metacognitivas, como monitoramento e avaliação, são utilizadas em diferentes momentos do processo (ALENCAR; FLEITH, 2009, p. 56-57).

É a partir dessa caracterização que buscamos estabelecer relações teóricas da Criatividade com a Modelagem na concepção de Almeida, Silva e Vertuan (2016). No intuito de desvelar esses elementos, assumimos a Modelagem Matemática como uma

prática que pode se desenvolver por meio de um processo criativo, pois se sabe que muitas características do pensamento criativo são intrínsecas a própria Modelagem (PEREIRA, 2008). Neste sentido, elencamos a seguir as correlações teóricas consideradas na Criatividade (especificamente aos elementos do processo criativo), com a perspectiva de Modelagem Matemática, que neste trabalho é concebida como uma alternativa pedagógica (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016).

Em relação à **não linearidade dos processos criativos**, consideramos o que afirmam Almeida, Silva e Vertuan (2016), de que em atividades de Modelagem Matemática os processos que caracterizam a atividade também ocorrem em etapas não lineares. Com características investigativas, estas etapas são caracterizadas pelos autores por: **inteiração**; **matematização**; **resolução**; e, **interpretação de resultados e validação**. Sobre a visitação destas diferentes fases pelos alunos nas atividades de Modelagem, ressalta-se que:

ainda que essas fases constituam procedimentos necessários para a realização de uma atividade de Modelagem Matemática, elas podem não decorrer de forma linear, e constantes movimentos de “ida e vinda” entre essas fases caracterizam a dinamicidade da atividade (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 16-17).

Assim, compreendemos que tanto o processo criativo, admitido por Alencar e Fleith (2009), como a concepção de Modelagem que adotamos, denotam aspectos relacionados à autonomia e liberdade dos estudantes, que neste caso são caracterizados pela não linearidade das ações empreendidas nas mais diversas tarefas.

Em relação às **condições favoráveis à criação** como a disponibilidade de tempo e recursos, relacionamos ao que Almeida, Silva e Vertuan (2016) apontam sobre a utilização dos diversos recursos tecnológicos e os diferentes meios para coletar dados nas atividades de Modelagem. Estes recursos, oferecem, por sua vez, condições favoráveis à pesquisa e ao desenvolvimento de novos conhecimentos nas atividades pelos alunos, pois, “em atividades de modelagem, os alunos tanto podem ressignificar conceitos já construídos quanto construir outros diante da necessidade de seu uso” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p.23). Em relação à disponibilidade de tempo para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, Almeida, Silva e Vertuan (2016) relatam que coexistem pelo menos quatro situações em que uma atividade pode ser conduzida em sala de aula (separação, combinação, integração e interdisciplinar). Para os autores, a caracterização de uma atividade de

Modelagem Matemática “reside muito mais nas iniciativas, ações e procedimentos realizados pelo professor e pelos alunos do que em delimitações de tempo e espaço de realização da atividade” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 23). Assim, a liberdade em relação ao tempo empregado nas atividades, denotam características favoráveis à aprendizagem. É neste sentido que acreditamos que condições favoráveis à criação (disponibilidade de tempo e recursos) podem ser satisfeitas em atividades de Modelagem Matemática na concepção supracitada.

No que diz respeito aos **aspectos motivacionais** concernentes ao processo criativo, queremos destacar os aspectos relacionados à motivação intrínseca, sendo essa, aquela que eflui do indivíduo, quando se empenha em desenvolver uma ação significativa e do seu interesse. Neste sentido, Almeida, Silva e Vertuan (2016) salientam que a abordagem de situações advindas de contextos reais dirige-se essencialmente a mostrar a aplicabilidade da Matemática nas diversas áreas do conhecimento e, com isso, tendem levar os alunos a se sentirem mais motivados quando realizam as atividades. Segundo os autores:

uma justificativa importante para a visualização da aplicação de conceitos diz respeito aos aspectos motivacionais. Esse é, provavelmente, um dos aspectos mais evocados na literatura para justificar a inclusão de atividades de Modelagem Matemática na prática escolar, ancorando-se em argumentos que defendem que situações de ensino que proporcionam ao aluno contato com o contexto real podem motivá-los para o envolvimento nas atividades e para a construção de conhecimento (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 30).

Logo, os aspectos motivacionais são elementos que consideramos intrínsecos às práticas de Modelagem Matemática, tanto pela dimensão de autonomia, como pelo apelo às questões reais. Com isso, é justo afirmar que a Modelagem Matemática se associa aos elementos do processo criativo (ALENCAR; FLEITH, 2009), quando esta apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento de aspectos motivacionais nas atividades. Todavia, atentamos para o fato de que o que se constitui um aspecto motivacional para um sujeito pode não se caracterizar como tal para outro. Isso implica na necessidade de discutir diferentes temas e realizar distintas abordagens em sala de aula, de modo que diferentes alunos, com motivações diferentes, possam sentir-se incluídos no contexto escolar.

Neste mesmo sentido, Almeida, Silva e Vertuan (2016, p. 30) afirmam ainda que em atividades de Modelagem “uma motivação contextualizada com o curso ou com a vida real cria nos alunos uma afetividade com a disciplina e o desejo de

aprender”. Logo, consideramos que a **conjugação de aspectos cognitivos e afetivos** (ALENCAR; FLEITH, 2009) também se mostram presentes em atividades de Modelagem Matemática.

Em relação aos aspectos cognitivos que podem ser mobilizados pelos alunos em atividades de Modelagem Matemática, Almeida, Silva e Vertuan (2016) afirmam que estes se mostram sempre presentes e se identificam segundo os autores pela: compreensão da situação; estruturação da situação; matematização; síntese; interpretação e validação; comunicação e argumentação. A síntese das ações mobilizadas nas diferentes etapas da atividade de Modelagem Matemática pode ser visualizada na figura 4.

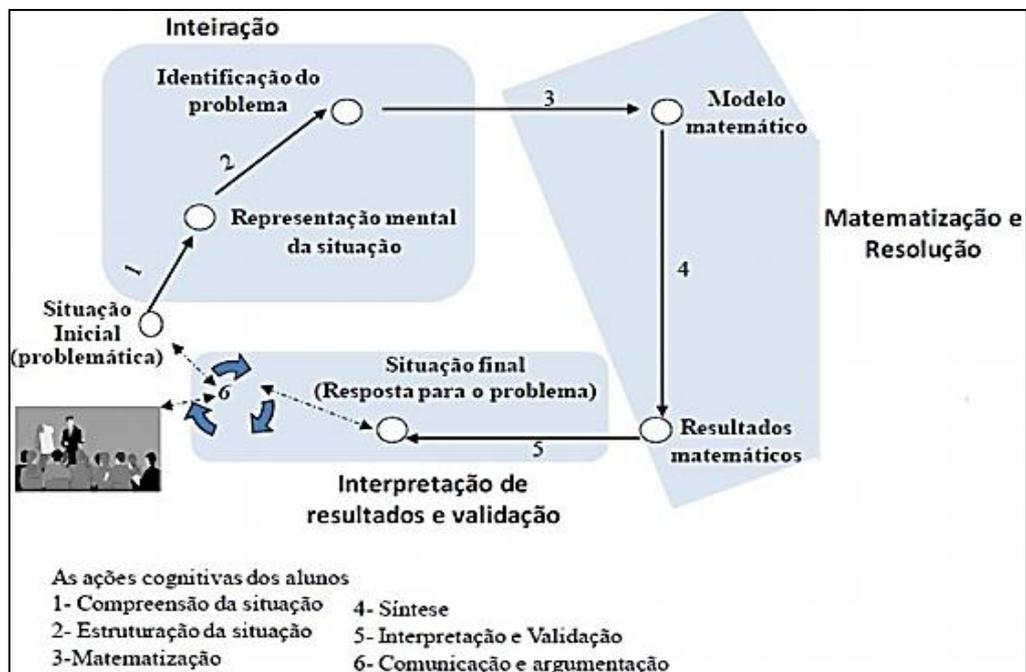


Figura 4: Fases da Modelagem Matemática e as ações cognitivas dos alunos
Fonte: Almeida, Silva, Vertuan (2016, p.19)

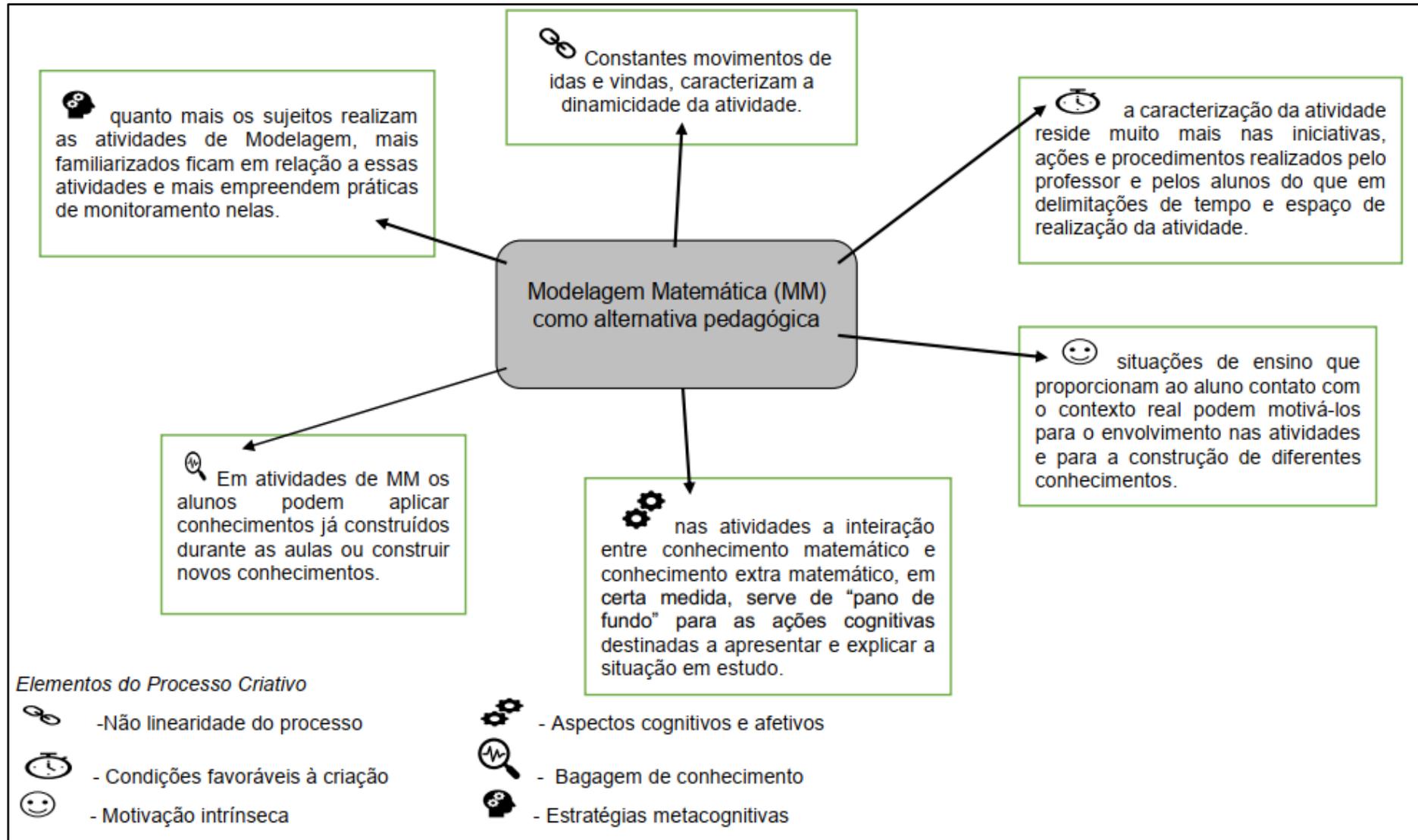
Nas atividades de Modelagem Matemática as ações cognitivas dos alunos podem ser caracterizadas pelo esforço matemático exigido nas tarefas nas diferentes etapas do processo de resolução, uma vez que as tarefas requerem a conjugação e mobilização de diferentes conhecimentos pelos alunos. Essas ações denotam, assim como nos processos criativos (ALENCAR; FLEITH, 2009), elementos que se associam ao desenvolvimento da Criatividade.

No que se refere à **bagagem de conhecimento sobre a área investigada como essencial ao desenvolvimento e implementação de novas ideias**, Almeida, Silva e Vertuan (2016) destacam que o caráter investigativo das atividades de Modelagem, permite a mobilização e a utilização de diversos conceitos matemáticos

e não matemáticos na atividade, pois na medida em que os alunos avançam na atividade, os mesmos “podem aplicar conhecimentos já construídos durante as aulas ou construir novos conhecimentos” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 22). Logo, é por essa perspectiva que acreditamos que a mobilização dos conhecimentos, novos ou não, matemáticos ou não matemáticos, tenderão a se associar à promoção e ao desenvolvimento da Criatividade e, com isso, promover a geração e implementação de novas ideias.

No que diz respeito ao último aspecto enumerado por Alencar e Fleith (2009), referente a mobilização de **estratégias metacognitivas** como caracterizadora dos processos criativos, Vertuan e Almeida (2016, p. 1086) destacam que em atividades de Modelagem Matemática, muitas estratégias metacognitivas podem ser verificadas, como, por exemplo, as práticas de monitoramento. Para eles “quanto mais os sujeitos realizam as atividades de Modelagem, mais familiarizados ficam em relação a essas atividades e mais empreendem práticas de monitoramento nelas” e, para esses autores, isso se dá “porque as práticas de monitoramento cognitivo são, assim como conceitos e procedimentos, aprendidas por intermédio de mediações nas interações sociais, principalmente no momento em que falas medeiam a ação do outro e a formação da consciência” (VERTUAN; ALMEIDA, 2016, p.1086). É por isso que Vertuan e Almeida (2016) enfatizam a importância do trabalho colaborativo nas atividades de Modelagem, pois nesta concepção, as atividades tendem a estimular ações referentes às práticas de monitoramento e de avaliação. Esses processos, por sua vez, podem permear tanto as ações individuais como coletivas dos grupos, e se mostram presentes tanto na elaboração como na comunicação de ideias pelos sujeitos nas atividades. Logo, a mobilização de estratégias metacognitivas como caracterizadora do processo criativo (ALENCAR; FLEITH, 2009) é satisfeita na concepção de Modelagem Matemática enquanto alternativa pedagógica (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016).

A partir destas considerações teóricas, construímos um quadro, no qual relacionamos a compreensão do processo criativo e seus elementos (ALENCAR; FLEITH, 2009), com a concepção de Modelagem adotada na perspectiva de Almeida, Silva e Vertuan (2016).



Quadro 5: Articulação dos elementos do processo criativo na Modelagem Matemática

Fonte: elaborado pelo autor

Dentre as considerações apresentadas na seção teórica desta dissertação, atentamos em especial a ressalva de Pereira (2008) de que, atividades de Modelagem por si só não garantem o desenvolvimento pleno da Criatividade, ainda que muitos aspectos da Modelagem estejam relacionados à criação. Enquanto pressupõe que as ações e as estratégias utilizadas pelo professor tendem a favorecer ou inibir o desenvolvimento da Criatividade em sala de aula, se faz relevante discutir nesse trabalho a utilização de diferentes estratégias com vistas a estimular a Criatividade nas aulas de Matemática.

Desde modo, a próxima seção tratará especificamente de retratar algumas estratégias de estímulo do pensamento criativo (GONTIJO, 2007) e, a partir de uma reflexão metodológica, fazer uma relação destas estratégias e incorporá-las ou fortalecê-las nas atividades de Modelagem Matemática.

4.3 ESTRATÉGIAS DE ESTÍMULO DO PENSAMENTO CRIATIVO: A MODELAGEM MATEMÁTICA EM FOCO

Durante a fase de preparação do produto Educacional, buscamos na literatura encontrar estratégias para o estímulo da Criatividade na sala de aula, na intenção de associar estas estratégias às atividades de Modelagem Matemática

Segundo Alencar, Fleith (2009); Alencar, Braga e Marinho (2016), é comum encontrar diversos programas de treinamento, exercícios, técnicas e estratégias ao estímulo da Criatividade em empresas e outros setores de produção. Neste trabalho buscou-se conhecer estratégias referentes às práticas de sala de aula, em especial, à disciplina de Matemática. Deste modo, tomamos como referência o trabalho de Gontijo (2007), no qual o autor descreve uma lista de estratégias¹⁵ com foco no desenvolvimento da Criatividade em Matemática.

Mediante estas considerações, neste trabalho nos empenhamos em apresentar, num primeiro momento, algumas das estratégias citadas por Gontijo

15 Em nossos trabalhos temos adotado a expressão “estratégias” ao invés de técnica como cita Gontijo (2007). Compreendemos, deste modo, que ao referirmo-nos à palavra *estratégia*, consideramos o contexto educacional, no qual não se busca treinar os estudantes, apresentando-lhes técnicas ou fórmulas de resolução, mas pretendemos em nossa pesquisa, proporcionar situações didáticas que favoreçam o desenvolvimento da criatividade com liberdade e autonomia, assim como denota Pereira (2008).

(2007), para em seguida, fazermos a relação de três delas, adaptadas para o contexto de atividades de Modelagem Matemática.

4.3.1 ESTRATÉGIAS PARA O ESTÍMULO DO PENSAMENTO CRIATIVO EM MATEMÁTICA

Segundo Gontijo et al (2019),

ao falarmos de estratégias para o desenvolvimento da criatividade nas aulas de matemática, estamos lidando com ações do professor no sentido de organizar o espaço de aprendizagem, oferecendo condições suficientes para que o potencial criativo dos alunos seja desenvolvido (GONTIJO et al, 2019, p.58).

Das ações que trata o autor, compreendemos nesta pesquisa que a Criatividade é algo que pode ser estimulado nos alunos, uma vez que todo indivíduo possui essa capacidade (ALENCAR; FLEITH, 2009). E a escola, assim como assinala Setti, Viana e Vertuan (2019, p.1), “deve ser um espaço privilegiado de desenvolvimento de habilidades criativas”.

Gontijo (2007) aponta que, na literatura, o número de pesquisas que tratam do uso de estratégias para o desenvolvimento da Criatividade na sala de aula ainda é pequeno. Em contrapartida, apresenta em seu trabalho uma lista de estratégias¹⁶ que se associam ao estímulo do pensamento criativo, as quais podem ser utilizadas em contextos de aulas de Matemática. Segundo o autor, estas estratégias podem ser compreendidas através de cinco categorias: **apreciação, animação, associação, alteração e abdicação**.

A primeira categoria apresentada por Gontijo (2007) são as estratégias de apreciação. Segundo o autor:

são [estratégias] usadas para fazer conhecer um ou mais aspectos ou atributos de uma situação, produto ou problema que está sendo considerado. Essas técnicas podem ser usadas para auxiliar os alunos a focalizar características importantes do problema, perceber padrões e traçar uma variedade de possíveis soluções (GONTIJO, 2007, p.67). [acréscimo nosso]

Apresentamos no quadro 6, as três estratégias que compreendem esta categoria.

¹⁶ A classificação e a descrição destas estratégias foram feitas pelo autor baseadas nas sugestões de Sheffield (2003). Neste trabalho, descrevemos estas estratégias assim como foram apresentadas em Gontijo (2007). Para discorrer sobre estas estratégias construímos quadros de leitura que serão apresentados no decorrer do texto.

Categoria	Estratégia	Descrição
Apreciação	<i>Brainstorming</i>	É uma [estratégia] que tem por base a geração de muitas ideias em atividades grupais, de modo que não haja julgamentos a priori. Todos os alunos devem contribuir apresentando as ideias que tiveram acerca da atividade que está sendo desenvolvida. Em seguida, todos se envolvem no julgamento das ideias apresentadas buscando aquela que melhor possa levar à solução do problema (p.67)
	<i>Checklist</i>	É uma [estratégia] que consiste em identificar características ou atributos que serão considerados no momento da análise da situação-problema apresentada aos alunos. Para isso, usa-se uma listagem de questionamentos que possibilitarão aos alunos uma aproximação do objeto e/ou situação com o qual estão trabalhando, de modo que possam transformar uma ideia existente em uma nova ideia ou modificar a forma de abordar a mesma com vistas à solução do problema (p.68).
	<i>lista de atributos</i>	Esta [estratégia] tem a finalidade de subdividir um problema, a fim de que se possa conhecer detalhes de cada parte, identificando vários modos de compreendê-las e representá-las, para então recombina-las de forma a alcançar a solução do problema ou explicação da situação na qual estão trabalhando. (p.68)

Quadro 6: Estratégias de apreciação

Fonte: elaborado pelo autor baseado em Gontijo (2007, p. 67-68)

A segunda categoria compreende as estratégias de apreciação. Segundo o autor, as estratégias relacionadas a esta categoria “podem ser usadas em atividades para envolver os estudantes de forma interativa com os problemas, situações ou produtos (GONTIJO, 2007, p.68).

Categoria	Estratégia	descrição
Animação	Modelagem ¹⁷	A modelagem como uma das [estratégias] que podem ser usadas para criar modelos físicos e visuais para mostrar concepções matemáticas e explorar ativamente soluções dos problemas, usando e manipulando uma variedade de materiais produzidos pelos alunos. (p.68)
	Dramatização	Permite que os alunos expressem suas experiências pessoais, bem como a compreensão dos conceitos envolvidos na atividade. Questionamentos apresentados ao término da dramatização possibilitarão aos estudantes a articulação das ideias, encorajando-os a manifestarem a sua compreensão do problema abordado. (p. 68-69)

Quadro 7: Estratégias de animação

Fonte: elaborado pelo autor baseado em Gontijo (2007, p. 68-69)

As estratégias de associação, segundo Gontijo (2007) são aquelas que

17 A estratégia descrita por Gontijo não diz respeito a Modelagem que conhecemos e assumimos neste trabalho. A estratégia supracitada refere-se exclusivamente ao uso e a manipulação e/ou construção de modelos físicos/manipuláveis.

[podem] favorecer os estudantes na realização de comparações e no estabelecimento de conexões entre um problema [para o qual], de forma imediata, não se tem um método para resolvê-lo com conceitos, algoritmos e estratégias já conhecidas (GONTIJO, 2007, p. 69). [acréscimo nosso]

Compreendem esta categoria as estratégias de i) sugestão-ajuste; ii) análise morfológica e iii) sinética (Quadro 8).

Categoria	Estratégia	Descrição
Associação	Sugestão-ajuste	Consiste em compor dois grupos de alunos que, alternadamente, um grupo propõe uma sugestão para solucionar os problemas propostos pelo professor e outro realiza ajustes na ideia proposta para melhorá-la e, então, resolver o problema. Cada sugestão proposta deve ser registrada para possibilitar as associações que os alunos irão fazer no processo de solução do problema (p.69).
	Análise morfológica	É uma [estratégia] por meio da qual se pode analisar diferentes atributos ou elementos de um problema, realizando associações entre esses, de modo a se criar várias soluções para a situação proposta (p.69).
	Sinética	É uma [estratégia] de geração e avaliação de ideias. O professor apresenta o problema destacando aspectos principais e suas expectativas em relação à produção/produto a serem gerados pelos alunos, que elaborarão um grande número de ideias para solucionar o problema, selecionando as mais interessantes. O professor os auxiliará na fixação das ideias, solicitando que façam paráfrases, metáforas e analogias para que possam demonstrar o quanto se apropriaram dos elementos e conceitos envolvidos no problema (p.70).

Quadro 8: Estratégias de associação

Fonte: elaborado pelo autor baseado em Gontijo (2007, p. 69-70)

A quarta categoria descrita por Gontijo (2007) refere-se à alteração. Pela perspectiva das estratégias de alteração,

os estudantes mudam sistematicamente partes de um produto, situação ou problema. Questões do tipo “e se ...” estão presentes na maioria das investigações e *insights* matemáticos. Estas [estratégias] possibilitam um aprofundamento nas concepções matemáticas a partir de modificações sistemáticas em partes do problema ou de sua solução, levando à novas e interessantes questões ou problemas para serem explorados (GONTIJO, 2007, p.70). [acréscimo nosso]

O quadro a seguir descreve as estratégias que se associam a categoria de alteração.

Categoria	Estratégia	descrição
Alteração	SCAMPER	É uma [estratégia] que tem por finalidade ajudar a pensar em mudanças que podem ser feitas em um problema para criar um novo ou para compreendê-lo, a partir de uma lista de sugestões de ações, que podem ser usadas diretamente ou como ponto de partida para a criação de novas ideias. Essa lista é composta por verbos que se iniciam com as letras da palavra SCAMPER: S –

		Substitua – componentes, materiais, pessoas; C – Combine – misture, combine com outras assembleias ou serviços, integre; A – Adapte – altere, função de mudança, use parte de outro elemento; M – Modifique – aumento ou reduz em balança, forma de mudança, modifique atributos; P – Proponha outro uso; E – Elimine – remova elementos, simplifique, reduza para conhecer a funcionalidade; e R – Reverso – vire ao avesso ou de cabeça para baixo (p.70-71)
	Fazendo e desfazendo	É uma [estratégia] que pode ser utilizada em várias situações matemáticas, nas quais o processo de fazer e desfazer ajuda os alunos a organizarem suas atividades e entenderem como inverter o que fizeram. Isso é muito importante para saber desfazer uma operação, utilizando o princípio da reversibilidade (p.71)

Quadro 9: Estratégias de alteração

Fonte: elaborado pelo autor baseado em Gontijo (2007, p. 70-71)

A última categoria apresentada em Gontijo (2007), refere-se à abdicação (Quadro 10). Segundo o autor estas estratégias têm por objetivo “permitir ao subconsciente refletir sobre o problema quando não se está ativamente trabalhando sobre ele (GONTIJO, 2007, p.71).

Categoria	Estratégia	Descrição
Abdicação	Relaxamento	O objetivo desta [estratégia] é permitir aos alunos momentos de descontração e reorganização mental para então poderem se concentrar novamente na tarefa (p.71).
	Visualização	É uma [estratégia] utilizada para trabalhar com imagens (cenas, situações, objetos, etc) que requer o uso da imaginação para construir mentalmente representações que poderão ser utilizadas na solução de problemas (p. 71).

Quadro 10: Estratégias de Abdicação

Fonte: elaborado pelo autor baseado em Gontijo (2007, p. 71)

Ao descrever essas estratégias, Gontijo (2007) comenta que apesar de algumas destas pertencerem a diferentes categorias, apresentam ora uma, ora outras características semelhantes, como, por exemplo, as estratégias de apreciação e associação. Ainda que nossa apresentação acerca destas estratégias seja resumida, buscamos neste trabalho, selecionar algumas delas e articulá-las a priori com atividades de Modelagem elaboradas no produto educacional.

Na próxima subseção deste trabalho, tratamos de mostrar a articulação de três estratégias de estímulo do pensamento criativo, as quais foram utilizadas durante o desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática. Das estratégias supramencionadas selecionamos o braisntorming, a alteração e a dramatização. A escolha da implementação de tais estratégias, neste trabalho, se deve ao fato destas estratégias se alinharem, segundo nosso entendimento, à concepção de Modelagem

assumida. Por outro lado, foram essas as estratégias que mais chamaram nossa atenção enquanto preparávamos as atividades para o Produto Educacional. Muito embora consideremos que outras estratégias de estímulo do pensamento criativo pudessem figurar nas atividades, neste trabalho nos concentramos especificamente no uso de três estratégias.

4.3.2 ESTRATÉGIAS DO PENSAMENTO CRIATIVO NO CONTEXTO DE ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA.

Para Almeida, Silva e Vertuan (2016), uma atividade de Modelagem Matemática pode ser descrita:

em termos de uma situação inicial (problemática), de uma situação final desejada (que representa uma solução para a situação inicial) e de um conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 12).

Em relação aos procedimentos e conceitos necessários para a resolução da situação-problema no contexto da atividade, os autores sugerem que estes podem ser compreendidos em quatro fases: inteiração, matematização, resolução e, por último, fase de interpretação de resultados e validação (Figura 5).

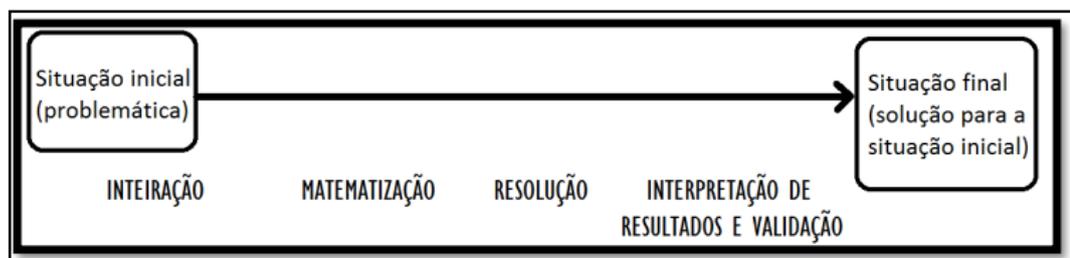


Figura 5: Fases da Modelagem Matemática
Fonte: Almeida, Silva, Vertuan (2016, p.15)

Na fase **inteiração** se dá a escolha do tema a ser investigado. A partir desta escolha, os alunos, auxiliados pelo professor, buscam coletar dados e informações referentes ao tema, seja indo à campo, via internet, entrevistas, consulta de livros ou revistas. Esse processo faz com que muitos aspectos do problema sejam conhecidos, facilitando deste modo, a compreensão e formulação do problema na atividade.

A fase **matematização** consiste em dar o tratamento matemático adequado da situação. Os dados coletados na fase anterior podem ser organizados em tabelas, gráficos ou mesmos dispostos em sequências, uma vez que os dados coletados se

apresentam geralmente dispersos e em uma linguagem não formal. Outro elemento importante nesta fase é a definição das hipóteses.

A fase **resolução** se caracteriza pelo desenvolvimento de um modelo matemático, o qual representa a situação investigada, e de acordo com o contexto, possibilita no desenvolvimento da atividade a construção de respostas e reflexões para as questões levantadas na fase inicial.

Já a fase **interpretação e validação** é o momento em que os alunos irão refletir e avaliar os procedimentos por eles empreendidos, no qual apresentam os resultados e constroem uma resposta para a situação inicial. Nesta fase pode-se pedir aos alunos que apresentem suas respostas aos demais grupos, a fim de socializar suas estratégias e justificar o uso do modelo matemático na situação.

São sobre estas fases da atividade de Modelagem que sugerimos apresentar adaptações de três estratégias para o estímulo do pensamento criativo (brainstorming, dramatização e alteração). Essa sistematização é apresentada no Quadro 11.

Estratégia	Adaptação para o contexto de uma atividade de Modelagem Matemática
Brainstorming (tempestade de ideias)	É uma estratégia que tem por objetivo a geração de múltiplas ideias. Nesta estratégia, todos os participantes podem expor suas ideias, aquilo vem à mente, sem um julgamento a priori, e em seguida em grupos julgam a mais adequada, buscando aquela que melhor represente uma questão de investigação, ou mesmo possa levar à solução de um problema. Esta estratégia geralmente é realizada pelos alunos com a instrução do professor. Esta estratégia é indicada na fase inteiração da Modelagem Matemática, onde os alunos podem decidir a escolha do tema, ou em grupos elaboram um problema.
Dramatização	Esta estratégia abarca aquelas relacionadas a envolver o estudante de forma interativa com os problemas, a fim de motivá-lo a atuar ativamente em sala de aula. Esta estratégia tem por objetivo fazer com que os alunos expressem suas experiências pessoais, coloquem em jogo aquilo que eles têm de conhecimento prévio. Esta estratégia permite aos alunos manifestarem a sua compreensão do problema abordado. Tanto na fase inteiração quanto na interpretação de resultados e validação , esta estratégia pode ser utilizada.
Alteração	A partir das estratégias de alteração, os alunos mudam sistematicamente partes de um produto ou mesmo uma situação-problema. Questões do tipo “ e se ... ” ajudam os alunos a refletirem sobre possíveis encaminhamentos de uma atividade matemática. Por exemplo, se ao investigar o custo da produção de determinado legume, os alunos pensassem “ <i>e se o cultivo adotado para a produção da horta escolar for a hidroponia? Haveria mais lucro?</i> ” Nota-se com este tipo de estratégia a mudança de direção de um problema, depende ativamente das hipóteses que serão consideradas. Esta estratégia tanto pode ser usada na fase levantamento de hipóteses (interação) , quanto no desejo de se conhecer ou investigar mais, além de um determinado problema (fase de interpretação de resultados e validação).

Quadro 11: Associação de estratégias de estímulo do pensamento criativo nas fases de uma atividade de Modelagem Matemática
Fonte: elaborado pelo autor com base em Gontijo (2007) e Almeida, Silva e Vertuan (2016)

Postas estas considerações, esta pesquisa se empenha em refletir sobre a utilização das estratégias de estímulo do pensamento criativo durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática. Desde modo, tanto a pesquisa quanto a elaboração do produto educacional, se caracterizam pela associação de estratégias do pensamento criativo em atividades de Modelagem Matemática. Para tanto, trataremos no próximo capítulo do nosso Produto Educacional.

CAPÍTULO 5

PRODUTO EDUCACIONAL

Sobre a elaboração de um produto educacional no âmbito da pesquisa profissional, considera-se:

no momento atual, particular atenção deve ser dada à atualização curricular e ao uso das tecnologias de comunicação e informação na educação básica; mas, independentemente disso, o trabalho de conclusão deve, necessariamente, gerar um produto educacional que possa ser disseminado, analisado e utilizado por outros professores (MOREIRA; NARDI, 2009, p. 4).

Dentre as ações tomadas para o desenvolvimento desta pesquisa de Mestrado, consideramos investigar num primeiro momento, antes da elaboração do nosso Produto Educacional, como os Produtos Educacionais estão sendo produzidos a nível nacional. Desta forma apresentamos nesta seção um mapeamento¹⁸ que buscou caracterizar os Produtos Educacionais elaborados nos Programas de Mestrados Profissionais, a partir da condição de que a Modelagem Matemática figurasse como metodologia utilizada em suas produções.

5.1 MAPEAMENTO

Com a intenção de investigar “*Qual a natureza e as características dos Produtos Educacionais de Modelagem Matemática desenvolvidos no âmbito de Mestrados Profissionais em ensino/educação Matemática*” buscamos verificar inicialmente no Documento¹⁹ de Avaliação Quadrienal (2017) dos Programas de Pós-Graduação, quais programas profissionais continham em sua descrição as palavras Ensino e/ou Educação correlatos à área de Matemática.

Este primeiro levantamento nos rendeu a identificação de 8 denominações de programas: i) Ensino de Matemática; ii) Ensino de Ciências e Matemática; iii) Ensino de Ciências Naturais e Matemática; iv) Docência em Educação em Ciências e Matemática; v) Educação Matemática; vi) Educação em/para Ciências e Matemática

18 Este mapeamento foi publicado em forma de artigo nos anais do IV Simpósio Nacional de Ensino e Aprendizagem (2018).

19 Documento elaborado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Documento disponível em: <https://capes.gov.br>.

vii) Educação Científica e Matemática e viii) Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.

Após esta primeira apuração no documento da CAPES, identificamos 26 programas profissionais que atendiam a alguma das 8 denominações. A partir deste levantamento, realizamos uma busca via internet dos programas selecionados, a partir do nome do programa e da sigla da sua instituição.

Nesta fase da pesquisa nos empenhamos em realizar o download dos Produtos Educacionais disponíveis e organizá-los em uma pasta de arquivos para análise posterior. Para a busca dos produtos, refinamos nossa pesquisa, buscando identificar nos títulos e resumos (quando disponíveis), as palavras “modelo” e “modelagem”. Dos 26 programas encontrados, um site apresentava erro, um encontrava-se em construção e um último não estava disponível para download²⁰ os Produtos Educacionais.

Esta segunda etapa nos rendeu a quantidade de 47 Produtos Educacionais completos, que foram lidos e analisados seguindo os parâmetros do quadro a seguir:

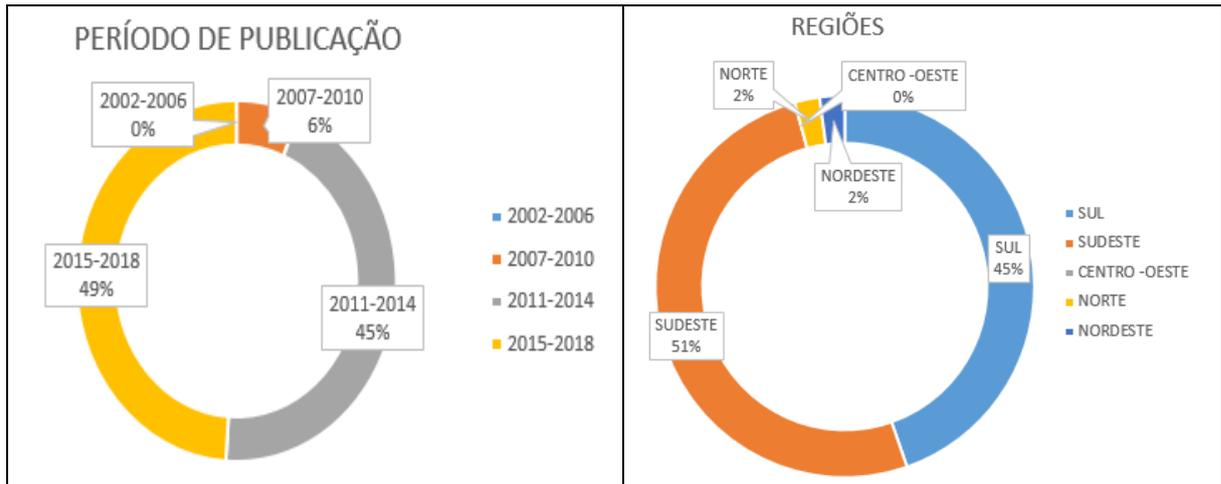
01 -	<i>Título do produto educacional e ano de publicação;</i>
02 -	<i>Autor do produto;</i>
03 -	<i>Orientador do produto;</i>
04 -	<i>Qual o Programa de Mestrado Profissional, a Universidade, a Cidade e o Estado;</i>
05 -	<i>Natureza do produto educacional (sequência didática, blog, vídeo, etc.);</i>
06 -	<i>Descrição do produto educacional (resumo);</i>
07 -	<i>Justificativa da produção;</i>
08 -	<i>Relação do produto com a pesquisa;</i>
09 -	<i>Contexto em que foi aplicado;</i>
10 -	<i>Identificação de atividades de Modelagem.</i>

Quadro 12: Categorias para fichamento dos produtos educacionais
Fonte: elaborados pelos autores

Com as 47 fichas preenchidas, passamos a caracterizar os Produtos Educacionais de Modelagem Matemática desenvolvidos no âmbito dos Mestrados Profissionais e discutir, a partir de agrupamentos indicados no quadro 12, o que revelam essas produções.

Neste primeiro quadro apresentamos o mapeamento das produções educacionais segundo o ano de publicação e a localização geográfica.

²⁰ Posteriormente enviamos um e-mail ao programa, mas não obtivemos resposta sobre a disponibilidade dos produtos educacionais para download.



Quadro 13: Mapeamento por período de publicação e por localização geográfica
Fonte: do autor

O intuito deste mapeamento é localizar temporalmente e espacialmente os Produtos Educacionais referenciados à Modelagem Matemática como alternativa pedagógica. Nosso levantamento parte do ano 2002, pois segundo Moreira (2004), foi o ano em que iniciou o primeiro programa de Ensino em Matemática no âmbito profissional, e vai até o primeiro semestre de 2018, momento no qual este mapeamento foi realizado. A partir dos dados tabulados, notamos que a primeira década apresentou um número pequeno de produções em Modelagem Matemática se comparado aos demais períodos (6% das produções). Tal resultado pode ser justificado pelo fato de as primeiras pesquisas em Modelagem Matemática no âmbito das pesquisas brasileiras datarem da década de 1990. Todavia, verificou-se também o crescente número de pesquisas em Modelagem a partir do ano de 2010. As regiões sul e sudeste predominam nas pesquisas, visto que muitos pesquisadores em Modelagem orientam programas profissionais nestas regiões brasileiras.

No quadro 14 apresentamos a categorização dos produtos analisados segundo a origem de sua produção. Os produtos encontrados foram intitulados pela letra “P”, seguido de uma numeração crescente baseada no momento da coleta de dados. Assim, P01 significa o primeiro Produto Educacional analisado no momento da coleta de dados, P02, o segundo, e assim por diante.

Nome do Programa e Instituição mantenedora	Orientadores dos produtos educacionais em Modelagem	Produtos Analisados²¹
Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Matemática – PPGCIM – Universidade Regional de Blumenau – FURB	- Maria Salett Biembengut; - Rosinete Gaertner;	P01; P02; P03; P04;
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – EDUCIMAT – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES	- Oscar Luiz Teixeira de Rezende; - Maria Auxiliadora Vilela Paiva; - Antônio Henrique Pinto; - Luciano Lessa Lorenzoni; - Danielli Veiga Carneiro Sondermann; - Maria Alice Veiga Ferreira de Souza;	P05; P06; P07; P08; P09; P10;
Mestrado Profissional e Ensino de Ciências e Matemática – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP	- Graziela Marchi Tiago	P11;
Programa de Mestrado Profissional e Ensino de Matemática – Universidade do Estado do Pará - UEPA	- Fábio José da Costa Alves	P12;
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECEM – Universidade Federal de Alagoas – UFAL	- Elton Casado Fireman	P13;
Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática – Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF	- Orestes Piermatei Filho; - Marco Aurélio Kistermann Jr	P14; P15; P16;
Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática – Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP	- Daniel Clarck Orey; - Frederico da Silva Reis; - Milton Rosa; - Regina Helena de Oliveira Lino Franchi; - Dale Willian Bean; - Leonardo de Assis;	P17; P18; P19; P20; P21; P22; P23; P24; P25; P26; P27; P28
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECEM – Universidade Federal de Pelotas – UFPEL	- Denise Nascimento Silveira;	P29;
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática –PPG-EMAT – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS	- Alvino Alves Sant’Ana; - Marilaine de Fraga Sant’Ana; - Maria Alice Gravina; - Vera Clotilde Vanzetto Garcia;	P30; P31; P32; P33; P34; P35; P36; P37; P38; P39;
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Federal de Uberlândia – UFU	- Odaléa Aparecida Viana; - Maria Teresa Menezes Freitas;	P40; P41;
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática –PPGEN – Universidade do Centro-Oeste - UNICENTRO	- Dionísio Burak; - Michele R. D. Veronez;	P42; P43; P44; P45; P46
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática – PPGMAT – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	- Rodolfo Eduardo Vertuan	P47;

Quadro 14: Locação dos programas profissionais**Fonte:** dados da pesquisa

21 Os títulos dos produtos educacionais que compuseram este mapeamento se encontram referenciados no Apêndice I

Dos 26 programas encontrados na fase de levantamento, 12 deles produziram Produtos Educacionais na linha de Modelagem Matemática, tendo uma representação expressiva as regiões Sul e Sudeste. Ressaltamos a representação dos programas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), com 12 produtos e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com 10 Produtos Educacionais em Modelagem.

O quadro 15 apresenta a categorização dos Produtos Educacionais segundo a sua natureza:

Natureza do produto	Produtos analisados
Guia Didático (Sequência Didática)	P01; P02; P03; P04; P05; P06; P07; P08; P09; P10; P11; P13; P15; P16; P17; P18; P19; P20; P21; P22; P23; P24; P25; P26; P28; P29; P30; P31; P32; P33; P34; P35; P36; P37; P39; P40; P41; P42; P44
Documentário	P27;
Vídeo	P43; P45; P46
Blog	P47;
Livro + aplicativo	P12;
Oficina	P14;
Guia Didático+ Vídeo	P38;

Quadro 15: Natureza dos produtos educacionais
Fonte: dados da pesquisa

Dos produtos analisados, 39 produtos (82,98%) são guias didáticos e outros 8 (17,02%) estão repartidos entre livros, aplicativos, vídeos, oficina e blogs. Este quadro revela a tendência das produções em Modelagem que fora se constituindo nos programas profissionais brasileiros. Nota-se ainda a pouca diversidade de modelos produzidos, mas ao mesmo tempo, aponta possibilidades para futuras produções.

Ao analisar as características destes guias (seção 6, do quadro 12), revelou-se que um considerável número de guias, estão estruturados como um caderno, que apresentam um breve referencial teórico da pesquisa e, em seguida, apresenta atividades de Modelagem e as possibilidades de encaminhamentos para a resolução das mesmas.

No quadro 16 apresentamos se as pesquisas evidenciam as justificativas de realizar um determinado produto educacional, bem como se descrevem ou abordam, explicitamente, a relação do produto desenvolvido com a pesquisa empreendida (seção 07 e 08 do quadro 12).

	Sim	Não
Apresentam justificativas do produto educacional?	17 produtos (36,17%)	30 produtos (63,83%)

Descrevem ou abordam a relação do produto educacional com a pesquisa empreendida?	36 produtos (76,60%)	11 produtos (23,40%)
---	----------------------	----------------------

Quadro 16: Relação do produto com a pesquisa

Fonte: dados da pesquisa

Neste mapeamento buscamos investigar se as atividades de Modelagem Matemática contidas nestes produtos sofreram reestruturações ou modificações a partir dos resultados de suas aplicações nas salas de aula. No processo de fichamento, verificamos que esses aspectos foram poucos discutidos ou descritos nos materiais. Do mesmo modo, pouco se descrevia da relação do produto com a pesquisa. A maioria dos autores apenas relatam o produto como parte de sua pesquisa, não trazendo informações sobre como se deu a elaboração do material e/ou suas análises.

No quadro 17 buscamos situar qual era o contexto de aplicação dos Produtos Educacionais, ou seja, em quais níveis de ensino foram utilizadas e/ou produzidas as atividades de Modelagem.

Nível de Ensino	Quantidade de Produtos	Quantidade em (%)
Ensino Fundamental (Anos Iniciais)	1	2,13
Ensino Fundamental (Anos Finais)	10	21,28
Ensino Médio	8	17,02
Ensino Médio/Técnico	3	6,38
Anos Finais e Ensino Médio	1	2,13
Educação de Jovens e Adultos – EJA	1	2,13
Formação de Professores	1	2,13
Ensino Superior	4	8,50
Formação Stricto Sensu	1	2,13
Evento correlato a área	1	2,13
Não especificado no produto	14	29,79
Produto não contém atividades de MM	2	4,26
Total	47	100%

Quadro 17: Contexto em que foram desenvolvidas as atividades de Modelagem

Fonte: dados da pesquisa

A partir deste quadro verificou-se que uma considerável parcela dos produtos está associada às salas de aula dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio (46,81%). Outra característica é que 29,79% destas produções não descrevem o contexto de sua aplicação, ou seja, não foi possível identificar, da leitura do produto, o contexto destas atividades; e 4,26% dos produtos não apresentam atividades desenvolvidas. Estes dados confirmam a tendência das produções e relatos de atividades de Modelagem no cenário brasileiro. Dos produtos analisados, foi possível notar a predominância do uso da Modelagem Matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, principalmente se comparada aos demais níveis de ensino.

Em nosso último agrupamento (seção 10 do quadro 12) nos propomos em identificar quais temas foram articulados nas atividades de cada produto (Quadro18). Para melhor elucidação, agrupamos as atividades em 6 grandes categorias, definidas segundo a correlação e proximidade entre os temas:

Categorias	Produtos analisados
Água, Meio Ambiente e Agropecuária;	P02; P06; P07; P08; P10; P22; P32; P37; P39; P41; P44; P45; P47
Fenômenos físicos, químicos, sociais etc;	P01; P04; P09; P13; P23; P24; P28; P33; P42; P44
Saúde, Alimentação, Esporte e Lazer;	P03; P05; P14; P15; P16; P20; P25; P28; P38; P42; P44
Tecnologias;	P11; P24; P36; P40; P44; P47
Cálculo de preço (venda, lucro, etc.) e construção civil;	P04; P17; P21; P22; P23; P26; P29; P30; P31; P35; P45; P46
Outros / diversos;	P12; P18; P22; P34; P42; P43; P44; P47
Não contém atividades de Modelagem;	P19; P27;

Quadro 18: Agrupamento das atividades a partir de temas de investigação

Fonte: dados da pesquisa

Este último quadro apresenta a dimensão dos temas articulados nas atividades dos Produtos Educacionais. Percebe-se a variedade de temas, e estes em grande parte, não relacionados diretamente à Matemática, mas que em seu contexto, possibilitam a interação e investigação por meio de conceitos e ferramentas matemáticas. Alguns dos produtos que analisamos foram agrupados em mais de uma categoria do quadro, devido ao fato destes discutirem diferentes temas em uma mesma produção.

Ao buscar compreensões acerca das produções finais dos programas de Mestrado Profissional, conseguimos abranger questões como o desenvolvimento das produções em Modelagem, as características dos produtos segundo sua natureza, como também, situar como se vêm consolidando a estruturação dos Produtos Educacionais no Brasil como um todo.

Verificou-se neste mapeamento a predominância da produção de guias didáticos como Produtos Educacionais em Modelagem Matemática, visto que sistematizar esta produção faz com que profissionais da educação tenham acesso e suporte ao levar atividades de Modelagem para a sala de aula. Além dos aspectos destacados, este estudo permitiu conhecer além dos guias didáticos, quais outros produtos estão sendo elaborados nos programas profissionais. Destacamos ainda, a presença das tecnologias nestes outros tipos de produções, como se constatou com

a identificação de vídeos, blogs e aplicativos como Produtos Educacionais de alguns autores.

5.2 A ELABORAÇÃO DE UM GUIA ORIGINAL

No entendimento das dificuldades enfrentadas pelos professores na Educação Básica referentes ao ensino de Matemática, consideramos apresentar como produto desta pesquisa profissional um caderno de atividades, no qual a Criatividade se associa às atividades de Modelagem Matemática a fim de subsidiar as práticas dos professores a quem se dirige esta produção.

Justifica esse caderno de atividades como original, uma vez que nos produtos analisados no mapeamento, notamos a falta de articulação de diferentes quadros teóricos, assim como propomos a fazer com a Modelagem e a Criatividade. Talvez, a articulação que aqui nos referimos poderia estar contida na dissertação dos autores enquanto relato de prática desenvolvida, porém este foi um fato que não pudemos constatar, pois as respectivas dissertações não foram objeto de nossas análises. Sendo assim, este produto propõe abordar não somente a Modelagem como prática de ensino à Matemática, mas também estratégias de promoção à Criatividade no ambiente escolar. Logo, consideramos tal produto como original, pois em nossa concepção o entendemos como um produto não exclusivo de Modelagem Matemática, no sentido que somente a Modelagem é retratada, mas também um Produto de Criatividade, na qual apresentamos diferentes possibilidades de estratégias que o professor pode utilizar e/ou adaptar em sua prática pessoal conforme sua realidade.

Dentre outros aspectos, consideramos original trazer neste guia a manipulação da tecnologia Qr Code²², visto que acompanhar as mudanças da tecnologia é emergente. Ao folhear nosso caderno de atividades o professor pode dispor de materiais de apoio disponibilizados pela tecnologia Qr Code. Basta um clique no celular, para ter acesso a materiais que auxiliarão o professor na sua sala de aula.

Deste modo, nosso produto foi construído com o seguinte formato: uma apresentação ao professor leitor, a apresentação da Modelagem como alternativa pedagógica, a apresentação de estratégias para o desenvolvimento da Criatividade nas aulas de Matemática, as cinco atividades de Modelagem Matemática utilizada

²² Tecnologia baseada em um gráfico 2D com alta capacidade de armazenamento de informação, a qual pode ser lida pela câmera de um aparelho celular.

CAPÍTULO 6

ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

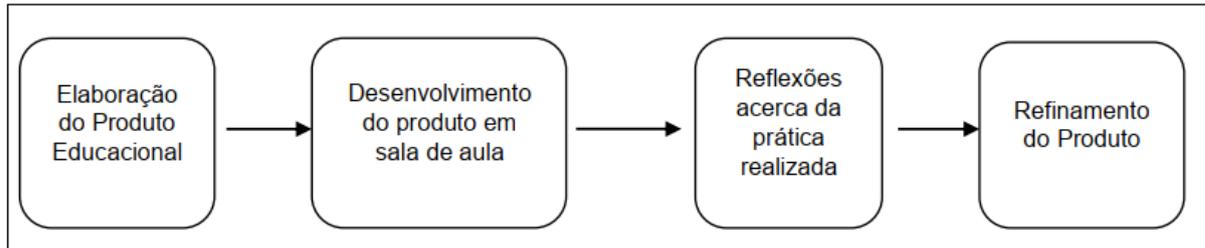
Neste espaço da dissertação discorreremos sobre os encaminhamentos e contexto da pesquisa, que teve por objetivo analisar a manifestação da Criatividade de alunos da Educação Básica em contexto de aulas com Modelagem Matemática, especificamente, quando nas atividades o professor faz o uso de estratégias de estímulo do pensamento criativo. Logo, em um primeiro momento, caracterizamos os alunos participantes, o ambiente da pesquisa e o desenvolvimento das atividades. Em seguida, tratamos da natureza metodológica da pesquisa e seus aspectos, da coleta de dados e, por último, do plano de análise construído.

6.1 CONTEXTO DA PESQUISA: AMBIENTE E PARTICIPANTES

É sabido que muitas pesquisas têm tratado a Modelagem Matemática sob diferentes enfoques no que tange ao ensino e à aprendizagem da Matemática (SILVA, 2005; KAISER; SRIRAMAN 2006; BIEMBENGUT, 2009; CALDEIRA, 2009; ALMEIDA; VERTUAN, 2014). A opção em investigar acerca do desenvolvimento da Criatividade em atividades de Modelagem Matemática surgiu das discussões do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação e Educação Matemática, GEPEEM, uma vez que a questão da Criatividade é pouco retratada em pesquisas brasileiras (GONTIJO *et al*, 2019). Neste contexto, optamos por desenvolver esta pesquisa segundo os interesses do grupo, na qual propomos associar estratégias de estímulo do pensamento criativo nas atividades de Modelagem Matemática.

A turma na qual as atividades foram desenvolvidas é um 5º Ano do Ensino Fundamental e a escola onde os alunos estudam, encontra-se localizada na área rural da cidade na qual vive o professor²³. O Quadro 20 caracteriza os passos de desenvolvimento desta pesquisa, em que atividades de Modelagem foram preparadas pelo professor e, na sala de aula, desenvolvidas pelos alunos.

²³ Quando nos referimos ao termo professor, subtende-se a posição de “professor pesquisador” e trata especificamente do autor deste trabalho enquanto acadêmico de mestrado, pois quando ocorreu o desenvolvimento das atividades o mesmo não estava atuando em sala de aula.



Quadro 20: Elaboração da Pesquisa
Fonte: do autor

6.1.1 Os participantes e ambiente escolar

Durante o período de formação no mestrado, tive uma experiência de prática em sala de aula com a Modelagem Matemática enquanto alternativa pedagógica. A sugestão para esta prática se deu no contexto da disciplina de Modelagem Matemática na perspectiva do Ensino, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática - PPGMAT. Na época, uma atividade²⁴ de Modelagem foi desenvolvida em uma turma de 5º ano do Ensino Fundamental e tratou especificamente em discutir um tema alusivo à alimentação saudável.

Esta pesquisa, como retrataremos neste trabalho, foi realizada nesta mesma escola, assim como no ano de 2018. A escolha em manter o vínculo com a instituição se deve à receptividade e apoio que tive na época, uma vez que não atuava em sala de aula. Deste modo, a coleta de dados se deu em uma turma acordada com a escola, mediante apresentação e apreciação do nosso projeto de pesquisa.

Após conversa e autorização do diretor (Anexo A) e professora²⁵ da turma, as atividades contidas no Produto Educacional (elaboradas a priori) puderam ser desenvolvidas. A turma escolhida pelo professor foi uma turma de 5º ano e participaram das atividades 35 alunos do período matutino. Um termo de consentimento foi assinado pelos pais dos alunos (Anexo B) e estão em posse do professor.

No que se refere à caracterização dos alunos participantes da pesquisa, suas idades no momento da coleta de dados variavam entre 9 a 14 anos e dos 35 alunos, 21 são meninos.

²⁴ O relato desta atividade se encontra em Viana, Silva e Vertuan (2018).

²⁵ A professora da turma não participou do desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática, somente o professor autor deste trabalho. Ademais, a professora regente estava de acordo com as atividades propostas pelo professor, o qual apresentou o plano de atividades com antecedência para ciência e sugestão da equipe pedagógica.

A escola em que desenvolvemos a pesquisa está situada na região dos Campos Gerais, município de Ortigueira -PR, e caracteriza-se como uma escola do Campo, que segundo a legislação vigente, é aquela “situada em área rural, conforme definida pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, ou aquela situada em área urbana, desde que atenda predominantemente a população do campo” (BRASIL, 2010, p. 1).

Por população do Campo, constituem

os agricultores familiares, os extrativistas, os pescadores artesanais, os ribeirinhos, os assentados e acampados da reforma agrária, os trabalhadores assalariados rurais, os quilombolas, os caiçaras, os povos da floresta, os caboclos e outros que produzam suas condições materiais de existência a partir do trabalho no meio rural (BRASIL, 2010, p.1).

Outro aspecto relevante no que se refere à caracterização da turma é que recentemente, devido ao fechamento de uma escola primária das redondezas, os alunos acabaram sendo transferidos para esta escola onde se realizou a pesquisa. Este fato acarretou, dentre outras coisas, o aumento do número de alunos por turma, que por consequência, gerou a pouca familiarização dos alunos com a nova escola, uma vez que a escola abriga apenas uma turma de 5º ano.

Num primeiro momento, após apresentação do projeto para escola parceira, tive uma conversa com a professora regente da turma e assisti uma de suas aulas como observador. Nas conversas com a professora e equipe pedagógica a turma referida era retratada como uma turma numerosa e indisciplinada, fato que a professora da turma justifica pela inserção de novos alunos advindos da instituição recentemente fechada.

Durante o momento de observação pude perceber a dificuldade da professora da turma em assistir um número tão grande de alunos, pois era solicitada a todo momento para os atendimentos individuais. Entretanto, essa constatação não desmotivou nosso trabalho, pois como nas diversas tarefas da atualidade, o desafio torna-se um combustível que nos leva a persistir.

6.1.2 As atividades de Modelagem Matemática

Em atenção a uma possível dificuldade dos alunos em conceber práticas mais abertas de atividades e/ou tarefas²⁶ matemáticas, julgamos utilizar neste trabalho a orientação de Almeida, Silva e Vertuan (2016) referentes a inserção das atividades gradativamente, especificamente em três momentos, assim como mostra a figura 7.

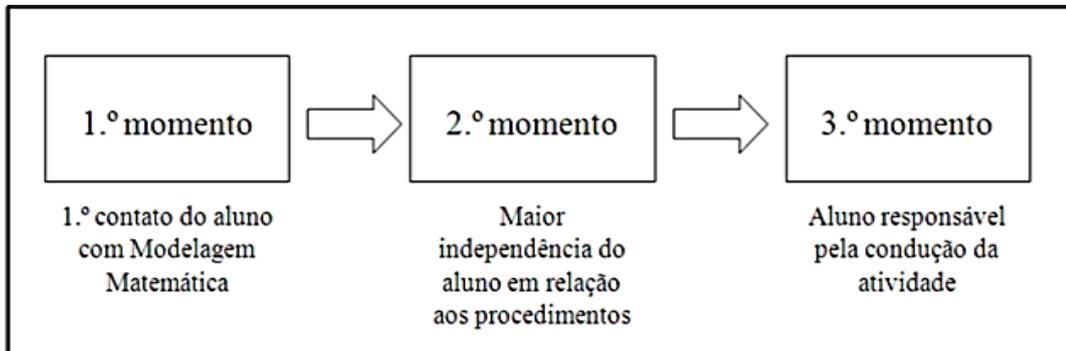


Figura 7: Diferentes momentos da Modelagem Matemática na sala de aula

Fonte: Almeida, Vertuan (2011, p. 28)

Neste sentido, preparamos quatro atividades, que foram construídas durante o processo de elaboração do Produto Educacional, e uma atividade, a última, foi criada pelos alunos durante o desenvolvimento da pesquisa.

Dentre as cinco atividades desenvolvidas, duas se caracterizam como de primeiro momento: *quantidade de vezes que piscamos* e *gastos com consumo de cigarro*; duas de segundo momento: *o peso máximo da mochila escolar* e *fabricação caseira de iogurte*; e a última, criada pelos alunos, que investiga a *idade de uma árvore*, se caracteriza como uma atividade de terceiro momento. Todas as atividades supracitadas foram desenvolvidas em sala de aula no período regular da escola e se encontram disponíveis no Produto Educacional.

No Quadro 21 apresentamos o cronograma do desenvolvimento das atividades:

Atividades	Data de realização	Tempo de desenvolvimento das atividades	Quantidade de alunos participantes	Grupos formados
Quantidade de vezes que piscamos	08/05/2019	7h20 as 11h30	29	6 grupos 5 grupos de 5 participantes; um grupo de 4 participantes
Gastos com consumo de cigarro	13/05/2019	7h 20 as 10h	27	6 grupos 3 grupos de 5 participantes; 3 grupos de quatro alunos
Peso máximo da mochila escolar	15/05/2019	7h20 as 11h30	32	6 grupos

²⁶ Quando utilizamos o termo **tarefa** dentro do contexto de uma atividade de Modelagem Matemática, estamos nos referindo aos diferentes procedimentos empreendidos pelos alunos durante o desenvolvimento destas atividades.

				4 grupos de 5 participantes; 2 grupos de 6 participantes
Fabricação caseira de iogurte	22/05/2019	7h20 as 11:30	26	5 grupos 4 grupos de 5 participantes; um grupo de 6 participantes
Idade das árvores	28/05/2019 *escolha do tema	7h20 as 9h	35	5 grupos 5 grupos de 7 participantes
	30/05/2019 *desenvolvimento	7h20 as 11h30	31	6 grupos 5 grupos de 5 participantes; um grupo de 6 participantes

Quadro 21: Cronograma de desenvolvimento das atividades

Fonte: do autor

Das cinco atividades desenvolvidas, optamos por, nesta dissertação, descrever e analisar três delas: a *quantidade de vezes que piscamos* (atividade de primeiro momento); a *fabricação caseira de iogurte* (atividade de segundo momento); e, a *idade das árvores* (atividade de terceiro momento). Para a escolha destas atividades consideramos às indicações de Almeida, Silva e Vertuan (2016) referentes aos momentos de familiarização da Modelagem Matemática, desta forma cada atividade, na ordem que seguem, contemplam esses momentos. A descrição e análises destas atividades se dará no capítulo 7.

6.2 NATUREZA DA PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção apresentamos nossa escolha metodológica, o processo de coleta de dados e, por último, descrevemos nosso caminho de análise. Esta ordem, assim como foi elencada, tem por objetivo descrever a metodologia utilizada nesta pesquisa, fundamentar nossas escolhas e retratar as ações empreendidas mediante cenário de investigação, que neste caso, se deu em uma turma de 5º ano do Ensino Fundamental.

6.2.1 Natureza da Pesquisa

Dentre os diversos aspectos desta pesquisa, destaca-se o fato de ela se caracterizar como uma pesquisa em educação. Logo, exige, em nosso entendimento, um tratamento que considere essa especificidade, pois

[...] à medida que se avançam os estudos da educação, mais evidente se torna seu caráter de fluidez dinâmica, de mudança natural a todo ser vivo. E

mais claramente se nota a necessidade de desenvolvimento de métodos de pesquisas que se atentem para esse seu caráter dinâmico (LÜDKE, ANDRE, 1986, p. 5).

Compreendemos, neste sentido, a natureza das pesquisas educacionais, pois como aponta a literatura, desvelar o que se mostra destes ambientes, é algo trabalhoso e exigente, todavia, permite ao pesquisador estabelecer relações ainda não clarificadas entre diferentes perspectivas, sobretudo nas relações que se pode estabelecer mediante confronto com a literatura.

O confronto com a literatura, que nesta pesquisa abarca o desenvolvimento da Criatividade na Modelagem Matemática, ajuda no sentido de que o olhar admitido na pesquisa seja sobretudo interpretativo, pois como destaca Lüdke e Andre (1986, p. 5) “o papel do pesquisador é justamente o de servir como veículo inteligente e ativo entre esse conhecimento acumulado na área e as novas evidências que serão estabelecidas a partir da pesquisa”. Neste sentido, a abordagem metodológica assumida nesta pesquisa é a abordagem qualitativa, de cunho interpretativo.

Para Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa, dentre outros aspectos, pode ser caracterizada fundamentalmente por:

- a) ter o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento;
- b) Os dados coletados são predominantemente descritivos;
- c) A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto;
- d) O significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial do pesquisador;
- e) A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

Nesta perspectiva, o olhar proposto neste trabalho ao refletir sobre o implemento de estratégias do pensamento criativo em atividades de Modelagem Matemática, configura-se como descritivo, de caráter interpretativo, uma vez que esta abordagem metodológica considera, dentre outras ações, o desvelar dos aspectos que emergem no ambiente mediante observação e inferência.

6.2.2 Sobre de Coleta de Dados

Nossa pesquisa foi realizada em uma turma de 5ª ano do Ensino Fundamental, de uma escola municipal situada na área rural do município de Ortigueira, região dos Campos Gerais, Paraná.

Para a coleta de dados, dispomos de gravadores de áudio, que foram utilizados durante o desenvolvimento das atividades, a fim de registrar pela fala, alguns aspectos que denotassem indicativos de Criatividade nas atividades, que não poderiam ser analisados apenas pelos registros escritos, entregues ao professor. Constituiu-se ainda, como dados desta pesquisa, além dos diálogos, as fotos, o registro escrito dos alunos no caderno e nas folhas de atividades, como o diário de bordo do professor, que foi feito em forma de gravação em áudio após o término de cada encontro.

6.2.3 Sobre a Análise dos Dados

Para Lüdke e Andre (1986),

[...] analisar dados qualitativos significa “trabalhar” todo o material obtido durante a pesquisa, ou seja, os relatos de observações, as transcrições de entrevista, as análises de documentos e as demais informações disponíveis. A tarefa de análise implica, num primeiro momento, a organização de todo o material, dividindo-o em partes, relacionando essas partes e procurando identificar nele tendências e padrões relevantes. Num segundo momento essas tendências e padrões são reavaliados, buscando-se relações e inferências num nível de abstração mais elevado (LÜDKE; ANDRE, 1986, p. 45).

Neste sentido, todo material selecionado, juntamente com o corpo teórico construído foram colocados à mesa, a fim de refletirmos sobre os aspectos que emergiam durante o desenvolvimento das práticas realizadas.

Nosso olhar, em confluência aos objetivos desta pesquisa, será para as ações e estratégias dos estudantes, enquanto desenvolviam as atividades de Modelagem mediante o uso das estratégias de estímulo do pensamento criativo.

Os diálogos decorrentes da comunicação dos resultados (fase de interpretação de resultados e validação da Modelagem) foram todos transcritos e destes, utilizamos excertos para o momento das análises. Conforme os alunos participantes da pesquisa foram figurando nos diálogos, o nome do Grupo foi anunciado e os alunos foram sendo caracterizados pela palavra Aluno, juntamente com um número de identificação. Assim o código Aluno01 representará o aluno 1 do primeiro grupo; Aluno02, o segundo aluno do mesmo grupo e assim por diante.

Em um primeiro momento realizamos o que denominamos de análise local, na qual evidenciamos as manifestações de Criatividade reveladas pelas ações dos alunos que decorrem do uso, pelo professor, das três estratégias de estímulo do pensamento criativo (brainstorming, alteração e dramatização). Primeiro na atividade da quantidade de piscadas, depois na atividade da fabricação do iogurte e, por último, na atividade das árvores.

Na sequência, apresentamos o que denominamos de análise global, em que discutimos, através das evidências dos dados, as implicações que decorreram do uso destas estratégias pelo professor nas atividades de Modelagem, feitas uma a uma. Por último, nas considerações finais, trazemos novamente nossa questão de pesquisa e objetivos e apresentamos a síntese dos resultados encontrados, bem como as últimas reflexões provenientes desta pesquisa.

CAPÍTULO 7

O TRABALHO CRIATIVO E AS AÇÕES DOS ESTUDANTES: DESCRIÇÃO E ANÁLISES DAS ATIVIDADES

Neste capítulo trazemos a descrição das três atividades que serão tomadas para discussão e análise. São as atividades: i) *Quantas vezes piscamos ao dia*; ii) *fabricação caseira de iogurte* e, a última, iii) *qual a idade das árvores*. As atividades são caracterizadas de primeiro, segundo e terceiro momentos, respectivamente, conforme sugerem Almeida e Dias (2004) e Almeida, Silva e Vertuan (2016). O uso das estratégias de estímulo do pensamento criativo (GONTIJO, 2007) pelo professor, serão destacadas conforme transcorreram no desenvolvimento das três atividades. Nas análises destacaremos, ainda, as manifestações de Criatividade dos estudantes decorrentes do uso pelo professor das diferentes estratégias de estímulo do pensamento criativo. Por último, na análise global, discutimos as implicações observadas no que se refere ao uso pelo professor das três estratégias nas atividades de Modelagem desenvolvidas.

7.1: QUANTAS VEZES PISCAMOS POR DIA

A primeira atividade que descrevemos faz referência ao tema Corpo Humano. Tal escolha teve por objetivo constituir uma abordagem matemática de um tema presente na realidade dos alunos, assim como tem sugerido a literatura (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016; BARBOSA, 2000; BURAK, 2000). Neste sentido, consideramos investigar o número de vezes que uma pessoa poderia piscar durante um dia.

Participaram da atividade 29 alunos que foram divididos em 6 grupos. A atividade da quantidade de vezes que piscamos foi desenvolvida em um único encontro, das 7h20 às 11h30h.

Após a organização dos grupos o professor convidou a turma a assistir o vídeo²⁷ de título: “17 coisas sobre o corpo humano que vão fazer seu queixo cair”. O vídeo apresentava, dentre outras informações, relações e estatísticas interessantes

27 Vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=G6h4QYYkVyl>. Acesso em 10 março de 2019.

sobre o corpo humano, como, por exemplo, que a pele de um adulto pode corresponder a aproximadamente 16% do seu peso corporal; que o ser humano é capaz de produzir cerca de sete mil expressões faciais diferentes; e que o ser humano pode piscar, em média, quinze vezes por minuto.

Ao término do vídeo o professor mediou um breve debate, no qual os alunos puderam comentar fatos que acharam interessantes no vídeo. Após a leitura da folha de atividade entregue aos alunos os mesmos foram orientados a escolher um nome que identificasse seu grupo dentre os demais. A atividade consta na Figura 8:

Integrantes do Grupo :



Você sabia que o nosso corpo é uma máquina cheia de curiosidade?

Você sabia que o coração bombeia cerca de 5 litros de sangue por minuto, ou seja, 7.200 litros por dia, mais de 2,5 milhões de litros a cada ano ou 184 milhões de litros até os 70 anos de idade? Ou mesmo que nosso **sangue**, na aorta (veia do nosso corpo) ao sair do coração se move a incríveis 108 km/h?

Outra parte do nosso corpo muito interessante são os nossos olhos, e eles são uma supermáquina!

Você
Sabia?



As lágrimas, produzidas a todo o momento pelas glândulas lacrimais, são extremamente importantes para a lubrificação constante dos olhos. Quando piscamos, esse líquido é espalhado por todo o olho, permitindo a lubrificação do mesmo, além de proporcionar uma limpeza natural da córnea.

Vamos investigar?
Quantas vezes nós piscamos ao dia?

Figura 8: Folha de atividade quantidade de vezes que piscamos (Apêndice C)

Fonte: do autor

Após a leitura da atividade, o professor orientou os alunos para que conversassem entre si, a fim de que as sugestões pudessem ser utilizadas no desenvolvimento da atividade. O professor salientou, ainda, que todas as ideias seriam bem-vindas e que esta etapa ajudaria no desenvolvimento da atividade. Esta ação do professor no contexto da atividade, tem o intuito de estimular a geração de ideias pelos alunos e se caracteriza como uso da estratégia de estímulo **brainstorming** (GONTIJO, 2007).

Por se tratar da primeira atividade de Modelagem desenvolvida por aquela turma, o professor notou certo silêncio dos alunos neste momento, confirmando a estranheza em relação à “nova” atividade. O professor percebeu também que os

alunos começaram a solicitar sua presença perguntando, por exemplo, que “continha” eles deveriam fazer.

Percebida esta dificuldade, o professor visitou cada grupo perguntando aos alunos quais informações haviam sido levantadas a respeito da situação-problema e o que poderia ser feito na atividade. Durante a visita nos pequenos grupos, o professor constatou que alguns alunos conseguiram associar os dados apresentados no vídeo com a atividade. Outro grupo tentou resolver o problema a partir da contagem do número de piscadas de um de seus membros, e teve aqueles que ficaram em dúvida de como proceder com a atividade, solicitando a orientação do professor. Nos atendimentos feitos nos pequenos grupos, o professor buscou, na medida do possível, abordar as diferentes ideias dos alunos, não apresentando uma solução imediata como esperavam e, com isso, as dúvidas que surgiram aos poucos foram resolvidas.

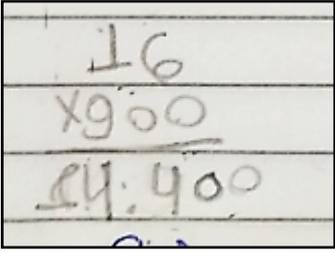
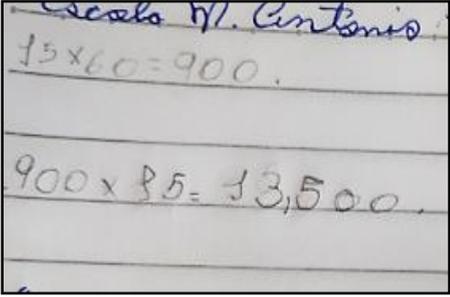
Após superação das primeiras dificuldades na atividade, as próximas etapas seguiram com os alunos estimando, primeiramente a quantidade de piscadas em uma hora, utilizando para tal, a conversão de unidades de medidas de tempo. Do mesmo modo, estimaram a quantidade de piscadas para um dia completo (vinte e quatro horas). Obtiveram como resposta neste primeiro momento, que uma pessoa pisca em média novecentas vezes por hora (900/h) e ao considerar as 24h de um dia, o resultado encontrado foi de 21.600 piscadas.

Nesta atividade, um grupo em particular, utilizou para estimativa, a quantidade de piscadas de um dos membros do grupo, obtendo o número de 40 piscadas por minuto. Como consequência, o grupo obteve como resposta que uma pessoa piscaria em média, 2.400 vezes por hora. Ressaltamos que este grupo não continuou com este raciocínio até a conclusão da atividade, pois em um dos momentos das discussões um dos alunos indagou o fato de o vídeo retratar que uma pessoa piscava em média 15 vezes por minuto, o que levou o grupo a abandonar tal ideia e utilizar as informações apresentadas no vídeo, como fizeram os demais grupos.

Um fato percebido no desenvolvimento da atividade é que após decorrido certo tempo todos os grupos afirmaram que tinham concluído a atividade e apresentaram como resposta, que uma pessoa piscaria em média 21.600 vezes no período de um dia. Ao transitar novamente nos pequenos grupos o professor sugeriu uma reflexão sobre a resposta encontrada, pois havia percebido que os alunos não consideraram, na atividade, o tempo em que uma pessoa poderia passar dormindo.

Diante de tal fato o professor questionou os alunos perguntando se eles passavam toda a parte de um dia piscando ou se teria algum momento em que isso não ocorria. Em virtude da interrogação do professor, os alunos responderam dizendo que, de fato, a noite eles não piscavam, pois era o período do dia que estavam dormindo. Em vista disso o professor perguntou aos grupos: “o tempo que passamos dormindo deve ser considerado ou não na estimativa das piscadas?”. Os alunos logo responderam que sim. Com isso, o questionamento do professor foi sobre o quanto equivaleria esse tempo. Dos seis grupos que desenvolveram a atividade, cinco deles consideraram que a média de horas de sono seria de aproximadamente oito horas e, um grupo, baseado em suas rotinas (horário de se deitar e se levantar), admitiram que as horas de sono de uma pessoa seria em média nove horas.

A partir destas considerações, os grupos se empenharam na conclusão da atividade e obtiveram como resposta que uma pessoa pisca em média 14.400 vezes por dia se considerando 8h de sono; e 13.500 vezes por dia, se for considerada a média de 9h de sono, conforme Quadro 22.

	
<p>Cálculo da quantidade de piscadas utilizando a média de 8h de sono</p>	<p>Cálculo da quantidade de piscadas utilizando a média de 9h de sono</p>
<p>Vamos investigar? Quantas vezes nós piscamos ao dia? O resultado deu 14 mil e quatrocentas piscadas por dia</p> <p>Resposta do grupo “Mundo dos Cientistas”</p>	<p>Vamos investigar? Quantas vezes nós piscamos ao dia? 13,500 mil vezes ao dia</p> <p>Resposta do grupo “Universo Jovem”</p>

Quadro 22: Resolução dos alunos na atividade: número de vezes que piscamos

Fonte: registro entregue ao professor

Dentre as ações já empreendidas, a atividade seguiu com o professor organizando a plenária para exposição dos resultados. Para isso, pediu que cada grupo apresentasse suas respostas aos demais, explicitando os passos tomados e as estratégias utilizadas no desenvolvimento da atividade. Neste sentido, o professor conduziu o momento, pedindo que um integrante de cada grupo falasse na plenária.

O objetivo destas ações no contexto da atividade, é estimular/reforçar para os alunos a estratégia de **dramatização**, como aponta Gontijo (2007).

A exposição de ideias e estratégias dos alunos nas plenárias serão examinadas na seção de análise específica desta dissertação.

Concluídos estes passos, o professor lançou uma nova questão a toda sala: “*e se nós estivermos assistindo TV, as piscadas vão aumentar ou diminuir?*”. A colocação do novo problema pelo professor, caracteriza na atividade a inserção da estratégia de **alteração** (GONTIJO, 2007).

Em razão desta colocação, surgiu na sala uma variedade de hipóteses, que iam tanto a favor de que o número de piscadas aumentariam, quanto a favor de que diminuiriam. Então o professor perguntou aos alunos como eles poderiam checar este fato, pois entre eles havia opiniões diversas. Os alunos então começaram a discutir, chegando à conclusão de que uma nova coleta de dados seria necessária, na qual poderiam aferir, se o número de piscadas aumentaria ou não. Sugeriram para o momento, contar o número de vezes que uma colega pisca em frente à TV, e para a coleta de dados indicaram o uso do cronometro do celular para marcação do tempo. Um aluno sugeriu ainda utilizar um apito, para sinalizar o final da marcação do tempo (término dos 60 segundos). Ainda que a marcação de tempo pudesse ser feita sem o uso do apito, esta estratégia foi acatada pelo professor, que durante a coleta de dados utilizou²⁸ o apito assim como sugeriu o aluno.

Para agilizar os processos de coleta de dados, o professor utilizou, além da TV disponível na sala de aula, seu *notebook* e o cronômetro do seu celular. Um vídeo animado foi preparado e então os alunos, em grupos, coletaram os dados assim como registram as fotos da Imagem 1.

28 Para a marcação do tempo, foi emprestado o apito da secretaria. Quando o cronometro utilizado pelos alunos marcava 60 segundos, o som do apito indicava a parada da contagem do número de piscadas.



Imagem 1: Coleta de dados referentes a quantidade de piscadas em frente à TV

Fonte: arquivos do autor

Na sequência, o professor organizou outra plenária onde os dados coletados pelos alunos foram discutidos e verificados conforme as variáveis presentes na situação. Dos seis grupos que coletaram dados, cinco chegaram na resposta de que o número de piscadas por minuto diminuiram. Esses grupos constataram, na fase de coleta de dados, que a quantidade de piscadas frente ao monitor foram: 4 vezes por minuto; 8 vezes por minuto; 4 vezes por minuto; 9 vezes por minuto e 3 vezes por minuto, respectivamente. Um grupo, entretanto, relatou que a quantidade de piscadas em frente ao monitor aumentou, pois na coleta de dados o resultado obtido foi de 23 piscadas por minuto. O professor pediu, então, aos alunos, que suas respostas fossem comunicadas aos demais grupos, e que mediante checagem dos fatos, os

resultados fossem comparados. Essa ação do professor ao pedir a apresentação dos resultados, caracteriza na atividade o uso da estratégia de **dramatização** (GONTIJO, 2007).

No momento da discussão dos resultados, os grupos que chegaram na resposta de que a quantidade de piscadas diminuiu, justificaram que o fato de assistir TV exige do telespectador maior concentração, com isso o ritmo das piscadas teria diminuído. Outro grupo chegou a comentar na plenária que o fato de passar muito tempo em frente à TV, poderia causar vício, e que poderia ser por isso que a quantidade de piscadas teria diminuído. Nesta atividade, somente um grupo chegou na resposta de que a quantidade de piscadas aumentava (obtiveram como resposta 23 piscadas por minuto). No momento da discussão com os demais grupos, esse grupo sugeriu que a aluna que assistiu TV não se concentrou adequadamente no filme do monitor, na verdade, a preocupação desta aluna estava na contagem feita pelo seu colega de grupo. Logo, a variável (concentração), segundo os alunos prejudicou a checagem do fato.

Outra observação em relação a esta atividade, foi que em um dos grupos, no momento da coleta de dados, um aluno contou além das piscadas de seus colegas, o número de vezes que ele mesmo piscou no período de um minuto. Por esse fato o grupo constatou, ainda que não intencionalmente, que os dados coletados pelo colega (16 vezes por minuto) se aproximavam da informação do vídeo, o qual apresentava a quantidade de piscadas como 15 por minuto, caracterizando por tal ação na atividade, um processo de validação.

As discussões dos resultados e as interações dos alunos neste momento da atividade foi relevante, pois por meio dos diferentes pontos de vista, as discussões tomaram rumos interessantes, que permitiu na atividade uma reflexão mais significativa das variáveis envolvidas na nova situação: a quantidade de piscadas em frente à TV.

Uma das primeiras impressões referentes à atividade desenvolvida, diz respeito ao estranhamento inicial dos alunos em relação à nova proposta de sala de aula. Percebemos que todos os grupos, em um momento ou outro, demonstraram receios e dúvidas em relação ao modo de como deveriam proceder ao desenvolver a atividade. Por outro lado, ao olharmos para as ações dos grupos no decorrer da atividade percebemos que essa “timidez”, aos poucos, foi sendo superada,

principalmente a partir das intervenções do professor nos pequenos grupos, o qual esperava por tais reações.

Em relação aos conteúdos matemáticos mobilizados pela atividade destaca-se o uso das operações de soma, subtração e multiplicação. Outras mobilizações referentes ao uso da Matemática também apareceram nas resoluções dos alunos como, por exemplo, o uso de conversão de medidas relacionadas ao tempo (minutos e horas).

Sobre as dificuldades enfrentadas na atividade, destacam-se a pouca familiaridade dos alunos em relação à atividade, como também a defasagem de grande parte da turma em relação a conteúdos básicos do respectivo ano escolar. A indisciplina²⁹, atentamos, atrapalhou em partes o desenvolvimento da atividade, sobretudo em relação ao tempo utilizado na atividade. No entanto, somos conscientes que tais intercorrências podem ser frequentes nos ambientes escolares, principalmente em se tratando de uma turma tão numerosa e do ano escolar em questão.

7.1.1 Análise da Atividade “O número de vezes que piscamos”

A atividade da quantidade de vezes que piscamos, por se tratar de uma atividade de primeiro momento, ou seja, a primeira atividade de Modelagem com que os alunos teriam contato, buscou, além de um tema relacionado à realidade, instrumentos que pudessem favorecer um clima de interação e Criatividade. Para isso, foram utilizados uma folha de atividade, um vídeo para motivação para o problema e a exibição de desenho animado para a coleta de dados. Estes recursos, destacamos, servem na atividade como um convite à investigação e à Criatividade, uma vez que o ambiente onde o aluno desenvolve suas atividades precisa motivá-lo, convidando-o para uma nova experiência que seja ao mesmo tempo desafiadora e motivante.

Na atividade referente a quantidade de vezes que piscamos, após o convite do professor mediante apresentação do problema proposto: “Quantas vezes nós piscamos ao dia?” o professor pediu aos alunos que sugerissem ideias de resolução assim como no excerto que descrevemos:

²⁹ Por a turma ser numerosa, havia na sala muita conversa e os alunos, muitas vezes, se deslocavam de um grupo para o outro, chegando em alguns casos atrapalhar o desenvolvimento das atividades.

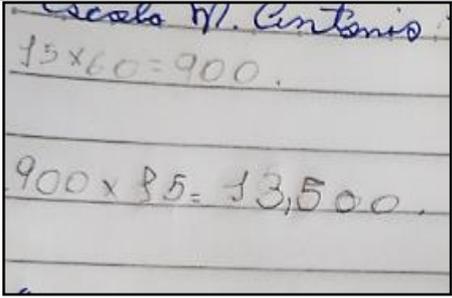
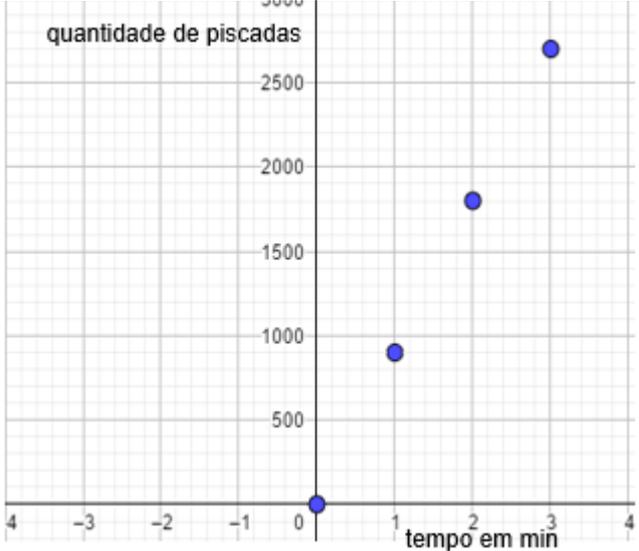
Professor para a toda sala: *Pessoal, agora que todos os grupos estão nomeados, então aqui na atividade de vocês tem um texto, e lá embaixo vai ter uma pergunta que vocês vão investigar, tá bom? [...] a tarefa dos cientistas é descobrir quantas vezes nós piscamos durante um dia. Então, agora vocês vão conversar entre vocês; o que vocês podem fazer para descobrir isso. [...] Vocês podem discutir entre vocês que plano, que vocês vão usar [...] conversem entre vocês, anotem [...] quem tiver uma ideia faz assim ó: eu tenho uma ideia: eu pensei em fazer isso, isso e isso...*

A fala do professor, mediante a atividade investigativa, teve a intenção de estimular a geração de ideias (brainstorming), referente aos procedimentos (estratégias e hipóteses) para resolução do novo problema: a quantidade de vezes que piscamos.

Neste momento da atividade percebeu-se a timidez dos alunos. Primeiramente, inferimos que o fato de os alunos não estarem acostumados com a atividade tenha gerado esse retraimento. Além disso, acreditamos que, devido às atividades do cotidiano dos alunos serem, na maioria das vezes, propostas individuais, uma atividade em grupo pode inibir de algum modo a manifestação de ações espontâneas dos alunos. Entretanto, ao visitar os grupos o professor insistia em estimular a geração de ideias, como reforçar as inteirações dialógicas com os participantes, pois compreende-se que a familiarização dos alunos nas atividades de Modelagem Matemática se constitui em diferentes níveis, assim como apontado por Almeida e Dias (2004).

As ideias de resolução para a atividade mediante ao estímulo de brainstorming resumiram-se em duas linhas: a primeira, na apreciação dos dados apresentados no vídeo, segundo o qual uma pessoa pisca em média 15 vezes por minuto e, com isso, os alunos seguiram utilizando a conversão de medidas para horas; e, a segunda, na ideia de um grupo que buscou estimar o número de vezes que um membro de seu grupo piscava, descartando por ora as informações que foram trazidas no vídeo pelo professor.

Em relação à utilização dos dados do vídeo como estratégia da maioria dos grupos, desencadeou na atividade a elaboração de um modelo que relacionasse a quantidade de piscadas em um determinado tempo, nesse caso, em horas. Um exemplo desse pensamento utilizado pelos alunos pode ser traduzido por uma representação gráfica, ou ainda pela representação algébrica da situação, mesmo que neste nível de ensino não seja o uso que os alunos fazem desta associação (Quadro 23).

Modelo Matemático da atividade quantidade de piscadas	
<i>Modelo Matemático elaborado pelos alunos</i>	 <p>15x 60= 900 (transformação em horas) 900 x 15= 13.500 (generalização para x horas)</p>
<i>Representação algébrica da situação (relacionada à representação dos alunos)</i>	$F(x) = 900 \cdot x$
<i>Representação gráfica da situação (relacionada à representação dos alunos)</i>	

Quadro 23: Representação da possibilidade de modelos matemáticos para a atividade do número de piscadas

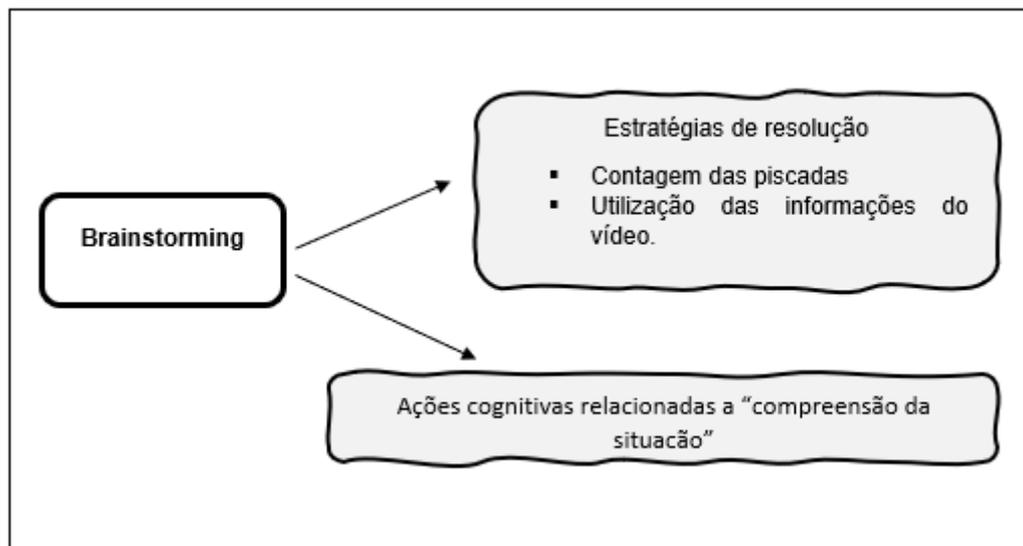
Fonte: elaborado pelo autor

Em relação à coleta de dados por um dos grupos especificamente, essa foi a primeira ideia que eles empreenderam na atividade. Entretanto, a coleta feita obteve como resultado o número de piscadas de 40 vezes por minuto. Diante de tal fato percebemos uma incoerência na informação obtida pelos alunos, uma vez que a média de piscadas levantada não se aproximava de quinze vezes por minuto como destacava o vídeo. Porém, a constatação deste resultado, pode ser justificada pelo fato de os alunos não utilizarem um instrumento adequado para a contagem do número de piscadas, como um cronômetro por exemplo. Esse grupo fez a contagem, inferimos, de forma equivocada, porém durante as conversas do grupo com o professor, os próprios alunos perceberam isso e, a partir disso, julgaram abandonar

esse resultado, apesar desta ideia ser um caminho diferente dos demais grupos que utilizaram, todos, a estimativa apresentada no vídeo.

Outro fator observado, no uso do *braisntorming* (GONTIJO, 2007) nesse momento da atividade, foi o auxílio desta estratégia para a compreensão da situação pelos alunos, que ao transformar os minutos em horas, aponta indícios da compreensão dos alunos referente ao problema proposto. Assim, cabe dizer que o uso do estímulo pelo professor denota, tal qual destacamos, a conjugação de aspectos cognitivos na atividade, principalmente os aspectos relacionados à compreensão da situação (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016), na qual a geração de ideias permitiu que alguns aspectos do problema fossem conhecidos.

O Quadro 24 retrata as principais estratégias e ações mobilizadas pelo uso de estímulo (brainstorming), que denotaram aspectos que se relacionaram à Criatividade na atividade.



Quadro 24: Aspectos relacionados a criatividade na atividade 1 mediante uso de brainstorming

Fonte: elaborado pelo autor

Após a resolução da atividade, o professor fez o uso da estratégia de **dramatização**, fato que ocorreu também após o uso de **alteração** (GONTIJO, 2007). Embora o uso ter ocorrido na sequência, esta análise será feita juntamente com a comunicação final de resultados.

No decorrer da atividade, após os alunos chegarem a uma resposta para o problema proposto inicialmente, o professor lançou uma nova questão que se refere ao uso de alteração (GONTIJO, 2007): “e se nós estivermos assistindo TV, a quantidade de piscadas vai aumentar ou diminuir?”.

A reação dos estudantes mediante ao novo problema proposto pelo professor foi, num primeiro momento, de emitir suas opiniões de forma espontânea, ao mesmo tempo que muitos levantaram hipóteses sobre o que iria acontecer com o ritmo das piscadas: aumentar ou diminuir.

Após debate sobre a situação, os alunos chegaram à conclusão de que se faria necessária uma checagem de hipóteses e, para isso, uma nova coleta de dados seria necessária. Para Pereira (2008) a checagem de hipóteses nas atividades de Modelagem Matemática denota aspectos que se relacionam aos processos de Criatividade, uma vez que se esta ação se relaciona a definição de Torrance (1965) para a Criatividade, o qual a compreende como:

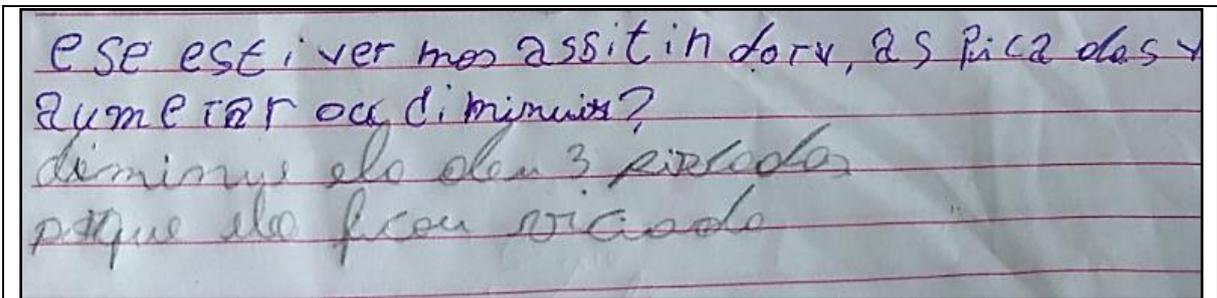
[...] um processo de se tornar sensível a problemas, deficiências e lacunas no conhecimento; identificar a dificuldade; buscar soluções, formulando hipóteses acerca das deficiências; **testar e retestar essas hipóteses**; e finalmente, comunicar os resultados (TORRANCE, 1965, apud, ALENCAR; FLEITH, 2009, p. 14). [grifo nosso].

Dentre as estratégias que surgiram para a coleta de dados (contagem em frente à TV, uso do cronômetro) destaca-se a ideia de um aluno que sugeriu o uso do apito para sinalizar o tempo de contagem. Essa ideia, no contexto da atividade pode ser caracterizada como uma ideia original, que em nosso entendimento se aproxima dos aspectos concernentes à originalidade apontada na literatura (ALENCAR; FLEITH, 2009; ALENCAR; BRAGA; MARINHO, 2016). Essa ideia surgiu, destacamos, mediante a necessidade de os alunos em demarcar o tempo para a coleta de dados, e esta ação por sua vez, foi desencadeada por meio do problema proposto pelo professor. Com isso queremos dizer que foi mediante a intervenção do professor (uso de alteração), que esse aspecto pode ser observado na atividade.

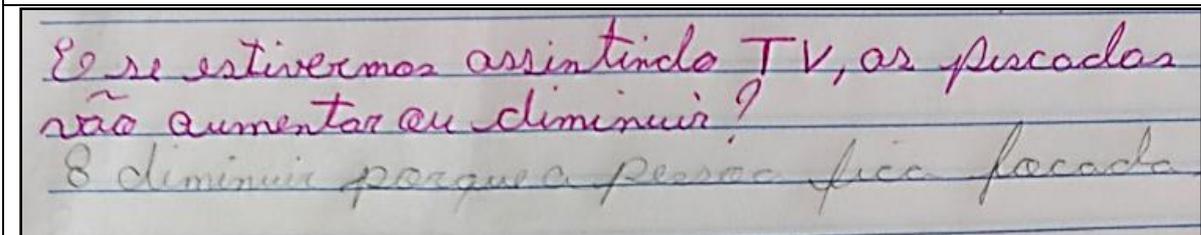
Outro aspecto apreendido durante a atividade, foi a percepção do professor de uma maior motivação dos alunos. Assim, dentro desse contexto compreendemos que a etapa de coleta de dados possa ter favorecido esse aspecto na atividade. Devido aos alunos se mostrarem mais empenhados, acreditamos que esta motivação esteja relacionada à oportunidade de uma nova coleta de dados, que foi sugerida após o uso de alteração pelo professor na atividade.

Na coleta de dados, além de responderem à pergunta original, os alunos deveriam justificar, mediante dados obtidos, o que se poderia considerar sobre o fenômeno do ritmo das piscadas: o aumento ou diminuição das piscadas em frente à

TV. Esta ação requerida pela atividade realmente aconteceu, como se pode ver nos registros dos alunos em seus cadernos (Quadro 25).



Resposta: "diminui, ela deu 3 piscadas. Porque ela ficou viciada"



Resposta: "e diminuir porque a pessoa fica focada"

Quadro 25: Respostas dos alunos na atividade das piscadas

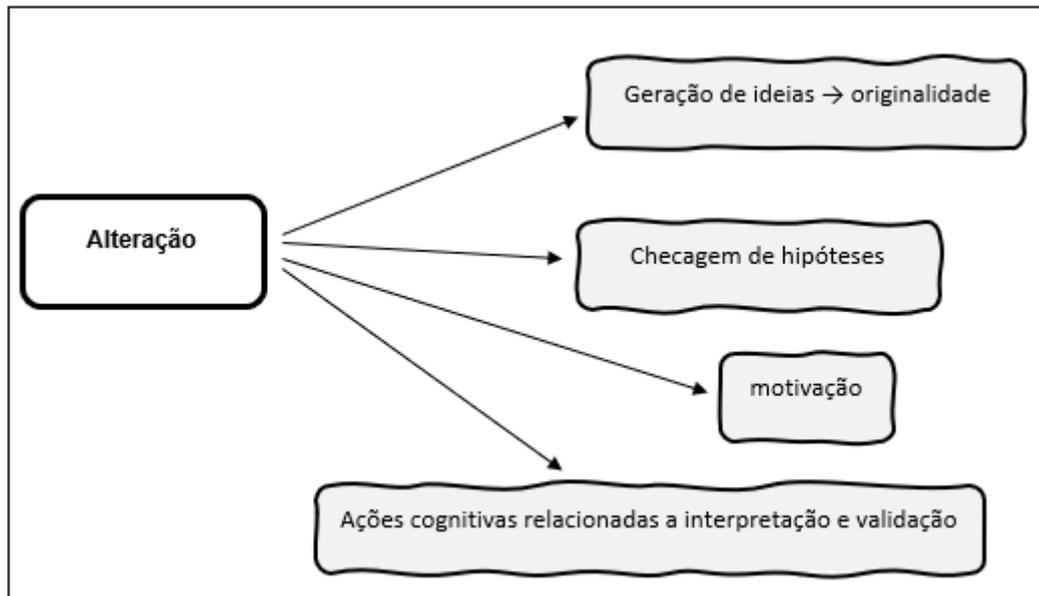
Fonte: registro do caderno

Logo, essas ações (de justificar um fenômeno mediante constatação de dados) no contexto da atividade se associam ao estímulo e a conjugação de ações cognitivas pelos alunos nas diferentes fases da Modelagem, que de algum modo se fizeram presentes na resposta dos alunos, sobretudo nos processos cognitivos que se relacionam a "interpretação da situação", assim como encontrados em Almeida, Silva e Vertuan (2016).

No processo de coleta de dados frente à TV, assim como já destacamos, houve um grupo que durante esse processo, contou, além do número de piscadas de seus colegas, o número de vezes que eles próprios piscaram no intervalo de um minuto, chegando ao resultado de 16 vezes por minuto, constatando, ainda que não intencionalmente, que os dados apresentados no vídeo eram próximos aos dados que eles acabaram de coletar, o que remete no contexto da atividade, elementos do processo cognitivo de validação descritos por Almeida, Silva e Vertuan (2016)

Assim sendo, inferimos, após análise mediante o uso de **alteração** pelo professor, que a conjugação de aspectos cognitivos na atividade da quantidade de piscadas, denotam aspectos que se relacionam, segundo Alencar e Fleith (2009) aos elementos do processo criativo, contribuindo no cenário didático, à promoção da Criatividade.

No Quadro 26 destacamos as ações e estratégias que denotaram aspectos relacionados à Criatividade mediante o uso de alteração (GONTIJO, 2007).



Quadro 26: Aspectos de criatividade na atividade 1 mediante uso de alteração
Fonte: do autor

A outra estratégia utilizada pelo professor na atividade, foi a estratégia de **dramatização** (GONTIJO, 2007). Na atividade da quantidade das piscadas essa estratégia foi adotada em dois momentos distintos: a primeira foi na comunicação de ideias, momento em que os alunos teriam que investigar o problema relacionado à quantidade de piscadas de uma pessoa durante um dia; e a segunda, na comunicação de ideias mediante o problema proposto pelo professor: o número de piscadas em frente à TV. Para elucidar o uso da estratégia, de modo a subsidiar nossas inferências, trazemos alguns excertos dos diálogos que caracterizam o uso pelo professor da estratégia.

Ao responder o primeiro problema, os alunos foram convidados pelo professor a comunicarem suas estratégias de resolução, pedindo que todos os processos utilizados na resolução da atividade fossem apresentados, assim como consta nos recortes de diálogos a seguir:

Grupo: Universo Jovem

Professor a toda turma: então o grupo 1 vai falar como eles resolveram aqui, ta bom? [...] Vocês vão falar o nome do grupo, e contar o que os cientistas descobriram. Primeiro grupo pode vir, fala o nome do grupo e vai explicar como resolveu. Prestando atenção. Podem falar! [...] (alunos sentem um pouco de vergonha para falar)

Professor: Então eu vou falar o nome do grupo e vocês explicam como fizeram. O nome do grupo é “Universo Jovem”.

Professor: Grupo de cientistas, vocês fizeram muitas investigações não fizeram?

Aluno01: sim

Professor: o que vocês precisaram fazer para resolver [...]

Aluno02: contas

Professor: Como é que vocês começaram para investigar quantas vezes nós piscamos ao dia? Qual foi a primeira coisa que vocês fizeram?

Aluno02: somando quantas vezes nós piscamos em um minuto.

Aluno03: olhando no vídeo

Professor: Isso! Eles olharam no vídeo e descobriram que: quantas vezes uma pessoa pisca por minuto?

Aluno02: quinze!

Professor: quinze vezes! E depois vocês fizeram o que?

[...] alunos ficam envergonhados de falar

Aluno02: em uma hora dava novecentas...

Professor: Isso, novecentas piscadas. Eles fizeram o que ... eles piscaram 15 vezes por minuto em uma hora piscam quantas vezes?

Aluno02: Novecentos

Professor: Novecentos! Depois fizeram o que?

Aluno02: somamos 900 com 24 horas. (observe que o aluno se refere a operação de multiplicação, utilizando a expressão soma)

Professor: vinte e quatro horas né? e descobriram que deu? Vinte um mil e...

Grupo de Alunos: seiscentos

Observa-se neste primeiro recorte que os alunos do grupo demonstram certas dificuldades para exprimir suas ideias para os demais. Entretanto, destaca-se a postura do professor que os auxiliou no enfrentamento destes obstáculos, uma vez que esta foi a primeira atividade desenvolvida por esse grupo de alunos. Atentamos que esse comportamento dos alunos denota que atividades como estas não são costumeiras em sala de aula, bem como que essa prática precisa tornar-se constante em contextos escolares, sobretudo na Educação Básica. Segue diálogo de um outro grupo na atividade.

Grupo: Cientistas da Escola

Professor a toda classe: segundo grupo de cientistas! Eu vou falar o nome deles. O grupo 2 é “Cientistas da escola” / Pessoal todo mundo sentado prestando a atenção. Porque um cientista, aprende a ser cientista quando presta atenção no que outro fala. [...] Vamos lá, podem explicar como vocês fizeram.

Aluno01: Primeiro a gente somou, quantas vezes a gente pisca em um minuto, que deu 15.

Professor: Vocês descobriram isso de onde?

Aluno02: do vídeo

Professor: Do vídeo, muito bem! Depois?

Aluno01: A gente somou, quantos que nós pisca na hora. Que na verdade dá novecentos

Professor: Novecentos vezes né? Que a gente pisca em uma hora!

Aluno01: Dai deu novecentos, é ... vinte e quatro vezes novecentos

Professor: aham

Aluno01: E o resultado deu, vinte e um mil e seiscentos.

Professor: uhum.

Aluno01: só que daí depois, nós lembramos que nós esqueceu que a gente dorme.

Professor: Aaaaa... o horário que a gente ta dormindo é o horário que gente não pisca.

Aluno01: É

Professor: e quantas horas vocês retiraram?

Aluno01: nós tiramos...

Professor: o horário que vocês estão dormindo

Aluno01: oito

Professor: vocês tiraram oito horas. E daí fizeram o que?

Aluno01: daí a gente somou [...] (na verdade o aluno comete um equívoco em relação qual operação que ele utilizou, que na verdade foi a subtração)

Professor: então vocês tiraram 8 de 24 né? vocês falaram pra mim? E sobrou?

Aluno03: Dezesseis.

Professor: Dai fizeram o que?

Aluno01: multiplicamos novecentos

Professor: por?

Aluno03: 900

Professor: deu quantas vezes?

Aluno01: deu quatorze mil e quatrocentos

Professor: Quatorze mil e ...?

Aluno03: quatrocentos.

Professor: é muitas vezes né?

Professor: Então o grupo de cientistas descobriu que uma pessoa, aproximadamente pessoal, porque não é ... lembram que falam no vídeo que algumas pessoas piscam mais outras piscam menos. Então aproximadamente 14.400.

Neste excerto, percebe-se que o aluno que relata o desenvolvimento da atividade, parecia estar mais à vontade em expor as ideias do seu grupo para os demais. Julgamos que, pelo fato de um grupo já ter apresentado, o grupo que sucedeu se sentiu mais confortável em expressar-se com os demais, demonstrando inclusive, mais detalhes (processos e etapas) dos procedimentos que seu grupo utilizou. Assim, a habilidade em descrever ou acrescentar detalhes na resolução de um problema matemático, denota na atividade indícios de elaboração, assim como é apontado na literatura (ALENCAR; FLEITH, 2009; GONTIJO, 2007; GONTIJO et al, 2019)

Analisando a segunda parte da atividade, os alunos trataram de um novo problema relacionado à quantidade de piscadas em frente à TV. Na plenária, organizada pelo professor, alguns aspectos que se mostram nos diálogos denotaram, segundo nossas inferências, aspectos relacionados às ações cognitivas de validação (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016).

Em um dos momentos que acreditamos que esse processo ocorreu, se atrela ao fato que o vídeo apresenta a informação que as mulheres podem piscar mais vezes em média que o sexo oposto. A checagem deste fato na atividade, que caracteriza, segundo nossas inferências, um processo cognitivo de validação, pode ser notada pelos dados obtidos pelos alunos durante a coleta de dados, porém precisou ser destacado pelo professor como mostra o diálogo a seguir.

Professor a toda classe: Grupo aqui! Quantas piscadas deu?

Grupo de alunos: oito!

Professor: oito piscadas. Aqui foi quantas piscadas?

Aluno01: quatro!

Professor: e aqui foi...

Aluno02: aqui foi oito

Aluno02: o dobro

Professor: Quem que assistiu ali? Era um menino ou uma menina?

Aluno03: eu!

Professor: um menino! E aqui era?

Grupo de alunos: menina

Professor: então o que eu posso dizer disso?

Aluno 04: que a menina não é concentrada.

Professor: que a menina não é concentrada? Ou, que diferença tem do menino para a menina?

Aluno 05: Que ela pisca mais.

Aluno 06: que ela usa vestidinho

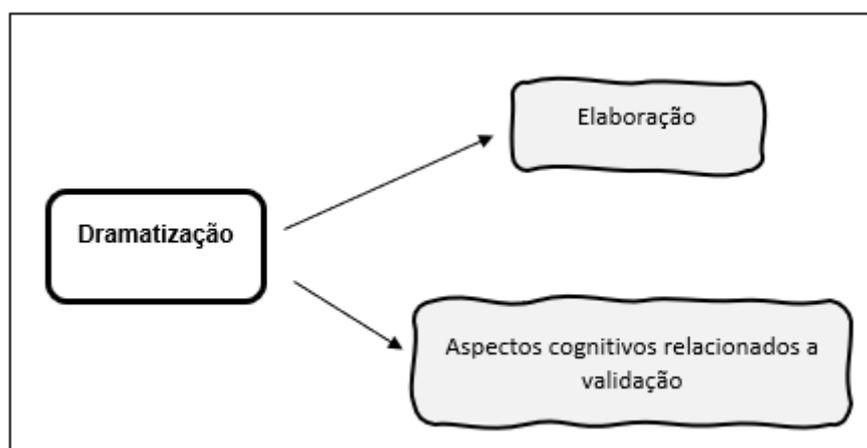
Aluno 07: não...

Professor: isso é verdade. É ... então, em relação ao vídeo, as meninas piscaram mais ou menos?

Grupo de alunos: mais! Mais! Mais ...

Embora os alunos não se atentaram para esse fato na plenária, em especial na comparação das respostas apresentadas, foi oportuno a intervenção do professor no sentido de fazer que os alunos percebessem isto na atividade, pois nem sempre os alunos estão familiarizados com processos como os de validação, presentes em atividades de Modelagem Matemática, e isso demonstra que a intervenção do professor também está relacionada à aquisição de hábitos que se associam a promoção da Criatividade. Ou seja, para que ações criativas possam se concretizar, muitas vezes, será necessária a ajuda do professor, dado que em uma atividade como esta, na qual os alunos estão tendo o primeiro contato com a Modelagem, é esperado que certas barreiras apareçam no decorrer da atividade. Assim, acreditamos que os momentos de dramatização (GONTIJO, 2007) ajudaram na ativação de aspectos cognitivos dos alunos, uma vez que atividade exigiu dos alunos uma nova atitude, sobretudo uma atitude mais colaborativa e crítica.

Segue no Quadro 27 os aspectos que emergiram mediante o uso pelo professor de dramatização (GONTIJO, 2007) na atividade.



Quadro 27: Aspectos de criatividade mediante uso de dramatização na atividade1

Fonte: do autor

7.2 IOGURTE PARA TODA A CLASSE: CONHECENDO O KEFIR

A atividade do iogurte foi a quarta dentre as cinco desenvolvidas. Esta atividade se caracteriza como uma atividade de segundo momento, conforme sugerem Almeida, Silva e Vertuan (2016), todavia, diferencia-se das anteriores, pois nesta atividade especificamente, os alunos elaboraram seus problemas e os desenvolveram a partir de um tema proposto pelo professor, o iogurte.

Participaram desta atividade 26 alunos, os quais formaram cinco grupos, sendo quatro grupos com 5 integrantes e um grupo de 6 integrantes.

O primeiro momento da atividade do iogurte foi conduzido pelo professor, apresentando para a turma a nova “criaturinha”: o Kefir. Durante a explicação o professor perguntou aos alunos se eles conheciam o Kefir, ou se por acaso sabiam da possibilidade de fazer iogurte com ele. A surpresa foi que a maioria já o conhecia! Os estudantes relataram ao professor que, em casa, suas mães já haviam preparado iogurte de Kefir algumas vezes e, segundo eles, gostavam do preparo caseiro. Dentre os alunos da turma, poucos relataram que não conheciam o Kefir.

No primeiro momento da atividade o professor explicou à turma sobre a origem e as características do Kefir. Uma discussão bem entusiasmada por parte dos alunos teve encaminhamento. Perguntaram ao professor, por exemplo, como ele mudava de cor (pois o iogurte era rosado) e se ele “vomitava no leite”. Este momento da atividade, acabou se caracterizando como inteiração, assim como sugerem Almeida, Silva e Vertuan (2016).

Após esclarecer as dúvidas, o professor distribuiu para degustação, o preparo de iogurte feito em casa, utilizando na receita: 500ml de leite (fermentado no Kefir) e suco em pó sabor morango. Seguem fotos do preparo³⁰ do iogurte feito pelo professor.

³⁰ O preparo do iogurte levado à escola foi feito pelo professor em sua casa no dia em que ocorreu a atividade.



Imagem 2: Preparação do iogurte

Fonte: arquivos do professor

Para o momento de degustação, o professor serviu o iogurte em copinhos descartáveis. Após esta etapa, muitos dos alunos queriam voltar à fila para beber mais do preparo feito pelo professor, porém a quantidade de iogurte preparado foi suficiente para apenas uma degustação por aluno.

Dando continuidade à atividade, o professor reuniu os alunos no pátio da escola onde demonstrou para os alunos como era feita a manutenção do Kefir, que consistia, após o tempo de fermentação, a coleta do iogurte e a higienização do Kefir, lavando-o em água corrente; adicionar leite integral ao Kefir e aguardar novo período de fermentação, de 24 à 36 horas.

Segue registros do momento de manuseio do Kefir pelo professor.





Imagem 3: Manuseio do Kefir

Fonte: arquivos do autor

Após esta etapa feita no pátio da escola, os alunos receberam a seguinte atividade:

Integrantes do Grupo:



Vamos fazer iogurte?

Você sabia que podemos fazer iogurte de forma saudável em nossa própria casa?
Existem vários tipos de microrganismos que são utilizados na fabricação de iogurtes, dentre eles o mais popular é o Kefir!
Mas o que é o Kefir?

Também conhecido como “quefir”, cogumelo tibetano, plantas de iogurte e cogumelo de iogurte, o kefir é um leite fermentado produzido a partir da ação dos micro-organismos presentes naturalmente nos grãos de kefir.



Para produzir kefir é necessário possuir os grãos de kefir, por isso é comum a doação dos grãos pelas pessoas que produzem. Esses grãos devem ser imersos em um substrato, que pode ser leite [de vaca, cabra, ovelha ou búfala], água com açúcar mascavo ou sucos, mas as formas mais comuns são pelo cultivo em leite ou água com açúcar.



A proporção indicada é de uma colher de sopa de grãos de kefir (12g) para cada meio litro de líquido (500ml). Indica-se que a mistura seja colocada em um pote de vidro, que não deve ser tampado, apenas coberto por um pano ou guardanapo e mantida a temperatura média de 20°C a 37°C. Outro fato curioso é que o Kefir cresce em média 2g por dia ou até mais dependendo da estação do ano.

Vamos investigar?

O que posso investigar com meus amigos sobre o Kefir?

Figura 9: Folha da atividade fabricação caseira de iogurte (Apêndice D)

Fonte: do autor

Após a leitura das informações, alguns aspectos da fase de inteiração foram retomados na discussão. As dúvidas foram esclarecidas conforme surgiam. Dando continuidade, o professor comunicou à classe que na atividade daquele dia, especificamente, eles deveriam criar os problemas de investigação, ou seja, cada grupo teria que elaborar um problema matemático ³¹relacionado ao tema “fabricação de iogurte.

O professor então orientou aos alunos para conversarem entre si, para que pudessem listar o maior número de ideias sobre o assunto, principalmente as que surgissem espontaneamente. O professor ressaltou que todas as ideias seriam bem-vindas e que dentre elas poderiam escolher uma para investigar durante aquele momento. A ação do professor neste momento da atividade caracteriza o uso da estratégia de estímulo associada ao **brainstorming** (GONTIJO, 2007), a qual visa estimular a manifestação de diferentes ideias sobre um mesmo assunto durante uma atividade coletiva.

Durante o desenvolvimento da atividade o professor entregou um anexo a cada grupo, para que os problemas elaborados na atividade e suas respectivas resoluções pudessem ser registrados (Apêndice E). Segue o modelo da folha de registros utilizados pelos alunos na atividade do iogurte.

Nome dos participantes
Nome escolhido pelo grupo:
☺ Grupo, escreva aqui qual problema que a classe escolheu para investigar ☺
Descreva neste espaço a resolução do problema

Figura 10: Recorte de folha de registros
Fonte: elaborada pelo autor.

Chegada esta etapa, o professor percebeu, na maioria dos grupos, certas dificuldades em relação a elaboração dos problemas. Num primeiro momento da

³¹ Entendemos problema matemático como uma questão relacionada ao tema da atividade, que para ser respondido, fosse necessário recorrer, necessariamente, a conceitos matemáticos, mas não se limitando a eles.

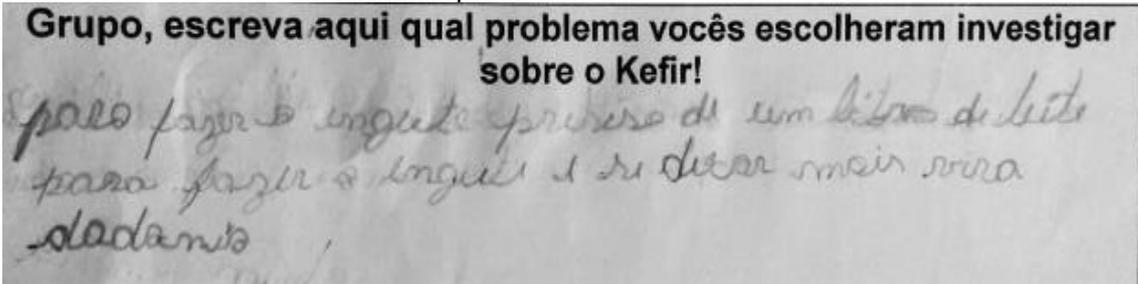
atividade, apenas um dos cinco grupos conseguiu elaborar um problema matemático, enquanto os demais precisaram da ajuda do professor. Embora os grupos tenham apresentado dificuldades em elaborar um problema, isso foi, aos poucos, sendo superado mediante intervenção mais direta do professor em cada grupo, o que julgamos pertinente, dado que a atividade configurava uma quebra de paradigma também para os alunos naquele momento.

No quadro 28 apresentamos os registros dos problemas elaborados pelos grupos nesta etapa da atividade.

Problemas elaborados pelos alunos	
Grupo 1: Vamos conhecer o Kefir	
<p>Grupo, escreva aqui qual problema vocês escolheram investigar sobre o Kefir!</p>	
<p>Problemas elaborados pelo grupo 1: <i>Como o Kefir muda de cor?</i> <i>Qual a quantidade de Kefir para fazer um litro de iogurte? (transcrição do áudio)</i></p>	
Grupo 2: Os investigadores do Kefir	
<p>Grupo, escreva aqui qual problema vocês escolheram investigar sobre o Kefir!</p>	
<p>Problema elaborado pelo grupo 2: <i>Quantas gramas o Kefir cresce por mês?</i></p>	
Grupo 3: Cientistas do "Bolinha"	
<p>Problema elaborado pelo grupo 3: <i>Em uma semana, quanto de iogurte eu posso fazer?</i></p>	

Grupo 4: Cientistas do Kefir

Grupo, escreva aqui qual problema vocês escolheram investigar sobre o Kefir!

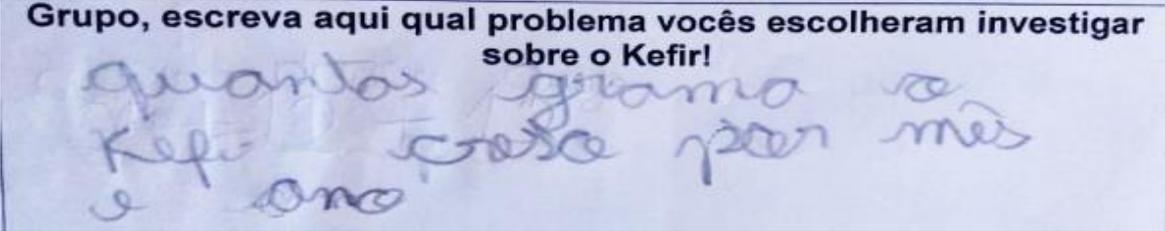


[não elaborou um problema]

Transcrição do grupo 4: *para fazer iogurte eu preciso de um litro de leite, para fazer o iogurte e se deixar mais, vira danoninho.*

Grupo 5: Cientistas do Kefir II

Grupo, escreva aqui qual problema vocês escolheram investigar sobre o Kefir!



Problema elaborado pelo grupo 5: *Quantas gramas o Kefir cresce por mês e por ano?*

Quadro 28: Problemas elaborados pelos alunos na atividade do iogurte.
Fonte: do autor

Após a elaboração e resolução dos problemas pelos alunos, cada grupo registrou na folha impressa os processos de desenvolvimento e a resposta que encontraram.

Dos cinco grupos que participaram da atividade, quatro deles elaboraram problemas matemáticos, àqueles cujos conceitos matemáticos são necessários para solucionar o problema. Destacamos o grupo 1, que na atividade elaborou dois problemas em relação ao tema, um matemático e outro não. Durante a visita a este grupo o professor salientou que o problema elaborado deveria ser um problema matemático, o qual deveria sugerir uma investigação matemática, porém destacou que o problema elaborado, ainda que não fosse essencialmente matemático poderia ser registrado na folha de atividade. Assim o fizeram.

Verificado o término das resoluções dos problemas pelos alunos, o professor lançou um novo questionamento referente a atividade desenvolvida e perguntou aos alunos: “e se quiséssemos fazer iogurte para todos os alunos do período matutino, quanto de leite precisaríamos”? Esta ação no contexto da atividade, se refere ao uso, pelo professor, da estratégia de estímulo de **alteração** (GONTIJO, 2007).

A partir da provocação do novo questionamento, o professor percebeu grande mobilização dos alunos, os quais sugeriram ideias para a resolução deste novo problema. Dentre as ideias que emergiram constam descobrir o número de alunos do período matutino e definir a proporção de leite para o preparo do iogurte.

Para descobrir o número de estudantes do período matutino, muitos dos alunos decidiram ir até a secretaria da escola, para perguntar à funcionária administrativa qual número correspondia a quantidade de alunos matriculados. Com o levantamento destas informações os alunos avançaram no desenvolvimento da atividade e passaram a discutir qual seria a quantidade de iogurte para cada aluno, caso o iogurte fosse preparado.

Dos cinco grupos que desenvolveram a atividade, em um deles uma aluna não recorreu à estratégia que os demais utilizaram (coletar informações na secretaria), apresentando para tal uma estratégia singular, se comparada às demais. Essa aluna tratou os dados, baseando-se na quantidade de alunos que tinha na sua sala, 35. Com isso fez uma estimativa, em que multiplicou a quantidade de alunos de sua turma (35) pelo número de turmas do período (quatro turmas). Por meio desta estratégia, obteve como resultado que a quantidade média de alunos da escola no período matutino era de cerca de 140 alunos, quando o informado pela direção da escola era 101 alunos.

Decorridos esses passos, os alunos seguiram com o desenvolvimento da atividade, registrando em seu caderno as resoluções e as hipóteses que subsidiaram a resolução do problema. Apresentamos no Quadro 29 a síntese das resoluções dos cinco grupos.

<p>Grupo 1: Número de alunos considerados: 101 alunos. Hipótese: cada aluno beberá 10ml. Resposta: 1 litro e 10 ml de leite.</p>
<p>Grupo 2: Número de alunos considerados: 101 alunos. Hipóteses: cada aluno bebe um copo, cada copo tem aproximadamente 240 ml. Resposta: 24 litros e 240 ml de leite.</p>
<p>Grupo 3: Número de alunos considerados: 101 alunos. Hipóteses: cada aluno toma um copo de 20ml. Resposta: 101 copinhos de 20 ml.</p>
<p>Grupo 4: Número de alunos: não consideraram como variável. Hipótese: cada sala consome em média 500 ml de iogurte. Resposta: 2 litros de leite.</p>
<p>Grupo 5: Hipótese: cada sala tem em média 35 alunos, e que no total dará 140 alunos. Resposta: apresentou o cálculo de 140 dividido por 5, obtendo como resposta 28 e esta que apresentaram como resolução.</p>

Quadro 29: Resolução dos alunos referente ao problema proposto pelo professor

(uso de alteração) na atividade do iogurte.

Fonte: do autor

Após a conclusão da atividade foi realizada uma plenária na qual os alunos comunicaram suas estratégias de resolução para toda a classe. A realização da plenária organizada pelo professor, se associa ao uso da **dramatização**, a qual foi baseada em Gontijo (2007). No momento da plenária cada grupo apresentou a trajetória de elaboração e resolução dos seus problemas, os quais assumiram como variáveis: o crescimento do Kefir (três grupos elaboraram problemas neste sentido) e a quantidade de leite para o preparo (dois grupos se basearam neste aspecto na elaboração de seus problemas). Ao apresentar suas resoluções, os grupos se mostraram mais ativos, relatando os detalhes de como ocorreu a coleta de dados e chegaram à resposta para o problema. Na plenária, conforme os alunos comunicavam suas resoluções, o professor buscava sempre evidenciar articulações entre as diferentes ideias, já que cada grupo chegou em uma resposta diferente. Neste sentido, a intervenção do professor teve por objetivo contribuir com a comunicação entres os grupos, os quais, por vezes, esqueciam de relatar partes importantes das resoluções. Após a plenária, a atividade foi concluída e o professor recolheu as folhas de registros preenchidas pelos alunos.

Nesta atividade uma das primeiras impressões observadas pelo professor foi o estranhamento dos alunos com relação à elaboração de problemas. Mesmo com a orientação do professor no desenvolvimento da atividade, um dos grupos não conseguiu concluir a tarefa. Este fato, todavia, revela a predominância do ensino baseada em atividades essencialmente algorítmicas ou de reprodução, nas quais muitas vezes os problemas aparecem já prontos com um método específico de resolução associado. Em propostas mais abertas, as quais sugerem maior autonomia e atividade dos alunos, certamente encontraremos dificuldades, sobretudo as relacionadas ao envolvimento ativo dos alunos e a quebra dos paradigmas, tal como aconteceu nesta atividade.

Em confronto com a literatura no que diz respeito a elaboração de problemas, podemos citar o trabalho de Fonteque (2019) que analisou manifestações de Criatividade de alunos de um quarto e sétimo ano do ensino fundamental, quando estes alunos elaboravam os seus próprios problemas de Matemática. No desenvolvimento de sua pesquisa, dentre os aspectos observados, a autora aponta para as dificuldades que os alunos demonstraram no momento da elaboração de um

problema na sala de aula. No que diz respeito a comparação dos problemas elaborados pelas turmas de quartos e sétimos anos, o resultado mostra que os alunos do sétimo ano apresentaram maiores dificuldades do que os alunos do quarto ano, assim como os problemas elaborados por eles eram mais parecidos com questões encontradas no livro didático e menos contextualizados do que os problemas elaborados pelos alunos do quarto ano. Diante de tal fato, podemos apontar a necessidade de novas pesquisas que se preocupem com esta questão.

Em relação aos conteúdos matemáticos mobilizados na atividade, destaca-se a utilização pelos alunos das operações de soma, multiplicação e divisão. Ressalta-se também a utilização do sistema de medidas (tempo e capacidade), para o qual apresentaram algumas dificuldades, como o grupo 3 que não conseguiu converter a capacidade de 101 copinhos de 20 ml para litros, deixando a resposta descritiva, assim como se verificou no quadro 2. A utilização do raciocínio proporcional e estatístico também esteve presente na resolução de alguns grupos de alunos, como quando um grupo considerou proporcional à medida de 500 ml para preparo de iogurte para cada uma das quatro salas (grupo 4) e, outro, que estimou o número de alunos do período baseando-se na quantidade de colegas de sua turma (grupo 5). O uso da calculadora na atividade auxiliou os alunos nos cálculos e simplificações matemáticas.

Nesta atividade, outras dificuldades também foram percebidas pelo professor como, por exemplo, o grupo que não conseguiu relacionar corretamente as unidades de medidas apresentadas na receita. Durante as conversas nos pequenos grupos, o professor constatou a associação incorreta na conversão de medidas do grupo 4, o qual relacionou 500ml, com um litro e meio de leite (1500ml). Neste sentido, foi necessário a intervenção do professor, que discutiu com grupo a interpretação correta referente à receita apresentada na folha de atividades.

Nossa percepção referente a esse obstáculo apresentados pelos alunos, supomos que se refere a interpretação da receita que consta na folha de atividade.

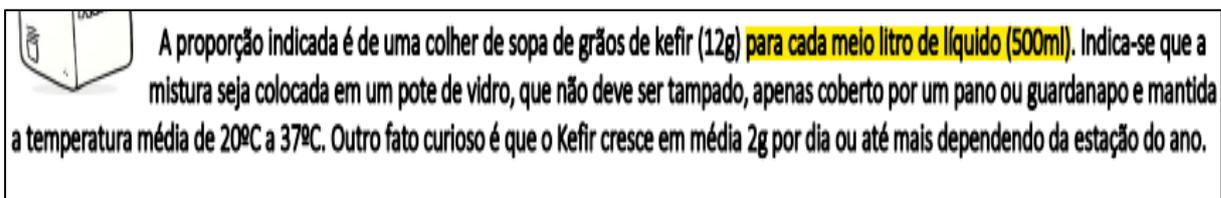


Figura 11: Recorte da folha de atividade

Fonte: do autor

A indicação “meio litro de líquido”, ao que parece, gerou certas dúvidas nos alunos do grupo 4 especificamente, pois no desenvolvimento da atividade não conseguiam associar a indicação de 500ml com meio litro de líquido, como também pareciam não associar a palavra “líquido” como a quantidade de leite necessária para o preparo da receita. Sugerimos, deste modo, que a receita, assim como apresentada na folha, seja modificada na versão final do Produto Educacional, a fim de evitar possíveis obstáculos de interpretação. Por outro lado, destacamos a importância da atividade no que tange à leitura de dados com os quais os alunos se deparam no dia a dia, seja em um rótulo de embalagem ou em uma receita como esta, por exemplo.

Já se pode notar, nesta atividade, a diferença que ela terá das demais, devido ao fato que os alunos tanto elaboraram como resolveram seus próprios problemas. Esta atividade, por exigir novas ações dos estudantes na elaboração de problemas, denota a autonomia como um aspecto importante na formação matemática dos alunos, uma vez que, inferimos, quanto mais familiarizados com as atividades, as ações que denotam maior liberdade tendem a incentivar o espírito criativo dos alunos mediante enfrentamento de novos problemas e tomada de decisões.

7.2.1 Análise da atividade “fabricação caseira do iogurte”

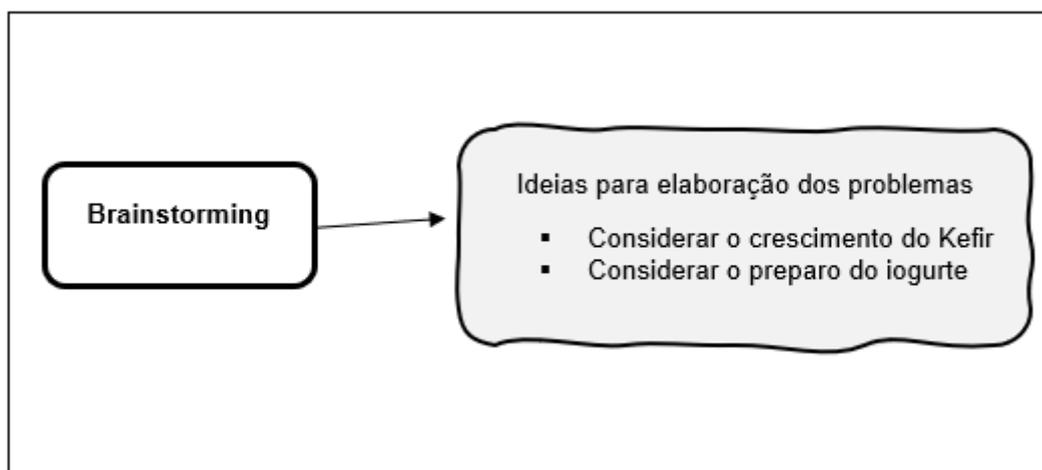
A atividade da fabricação do iogurte enquadra-se nos pressupostos de uma atividade de segundo momento (ALMEIDA; DIAS, 2004), assim como foi a terceira atividade, a qual tratou da investigação do peso máximo que os alunos poderiam carregar em suas mochilas escolares. Destacamos que na atividade da mochila o problema de investigação foi elaborado pelo professor, cabendo aos alunos a busca pela solução e a coleta de dados. Na atividade do iogurte, descrita na seção anterior, foi tarefa dos alunos a elaboração e resolução de um problema matemático. Acreditamos, assim como Gontijo (2007), que, tanto a elaboração como a resolução de problemas matemáticos tendem a favorecer a motivação e autonomia dos alunos, ao mesmo tempo em que podem estimular o desenvolvimento de diferentes habilidades criativas.

Na atividade do iogurte após a apresentação do tema pelo professor, os alunos precisavam levantar ideias para a elaboração de um problema matemático. Foi neste sentido que o professor pediu para os alunos listarem ideias que pudessem direcionar

a elaboração desses problemas. Assim, foi por esta direção que o estímulo relacionado ao **brainstorming** ocorreu na atividade.

A ideia da elaboração de um problema pelos alunos gerou certas dúvidas em um primeiro momento, pois os alunos não estavam familiarizados com atividades deste tipo, as quais parecem demandar um esforço cognitivo maior, diferindo certamente das atividades com as quais estavam acostumados. Entretanto, diante das dificuldades dos alunos, o professor realizou intervenções para que elaborassem seus problemas (uso do **brainstorming**), o que pode ter desencadeado alguma influência nessa elaboração, uma vez que surgiram duas vertentes na elaboração dos problemas (Quadro 30): problemas relacionados ao crescimento do Kefir; e problemas relacionados ao preparo do iogurte.

Diante do exposto, apresentamos as ações dos alunos nesta etapa da atividade que decorreram do uso do brainstorming pelo professor:



Quadro 30: Ideias de elaboração que emergiram na atividade do iogurte

Fonte: dos autores

Ao refletirmos sobre a elaboração dos problemas matemáticos pelos alunos, assim como apresentados no Quadro 28, percebe-se que, de certa forma, os alunos elaboraram seus problemas baseados nas informações que eles já tinham em mãos (folha de atividade, demonstração pelo professor), não precisando recorrer à busca por novas informações ou definição de novas hipóteses. Isto nos permite dizer que a colocação do novo problema pelo professor (uso de alteração) na atividade, motivou os alunos a “atacarem” a situação por um novo ângulo, no qual lhes era requerido o uso de outras estratégias para resolução do novo problema proposto.

Após a colocação do novo problema no decorrer da atividade (qual a quantidade de leite necessária para fabricação de iogurte para os alunos do período

matutino da escola?), é possível perceber a mobilização dos alunos na busca de novas estratégias diante da situação como, por exemplo, descobrir o número de alunos que estudavam no período matutino e estipular a quantidade de preparo para cada aluno. Tais considerações nos conduzem a inferir que, pelo estímulo de alteração, novas ideias puderam emergir durante o desenvolvimento da atividade e, com isso, permitiu no contexto da atividade a mobilização do pensamento flexível perante o novo problema.

Como precisavam descobrir o número de alunos que estavam matriculados no período, os estudantes tiveram a ideia de levantar esses dados na secretaria escolar, denotando, com esta ação, aspectos de autonomia no desenvolvimento da atividade. Merece destaque esse fato, pois em outras situações poderia ocorrer que os alunos perguntassem essa informação diretamente ao professor, permanecendo eles, pouco ativos na atividade. Com isso queremos dizer que o ambiente de Modelagem constituído, permitiu que alguns elementos da autonomia fossem evidenciados pelos alunos conforme familiarizavam-se com as atividades e sentiam-se livres em relação aos encaminhamentos das tarefas. Assim, cabe dizer que os aspectos de liberdade e autonomia, manifestos pelas ações dos alunos, caracterizaram na atividade analisada elementos que se relacionam à promoção da Criatividade, assim como afirmam Pereira (2008) e Viana *et al.* (2019).

Outro aspecto que se relaciona à Criatividade no desenvolvimento desta atividade, pode ser observado na estratégia de um grupo ao estimar o número de alunos do período mediante o uso de média estatística (a quantidade de alunos (35) pelo número de turmas do período). Nesse caso, a literatura se refere a este tipo de estratégia à originalidade (GONTIJO, 2007; GONTIJO *et al.*, 2019). Neste sentido, a inferência de originalidade está atrelada à ideia do grupo em estimar o número de alunos via tratamento estatístico, destacando essa iniciativa em relação às ideias dos outros grupos, os quais optaram, assim como descrito anteriormente, por coletar a informação diretamente na secretaria da escola.

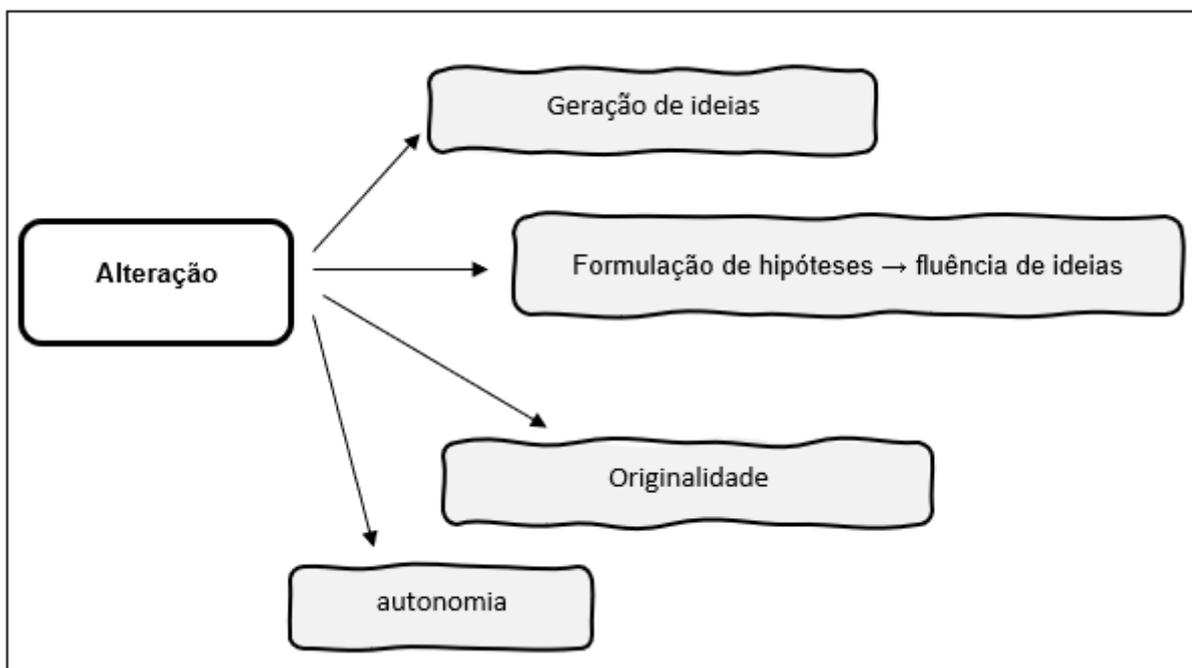
No que concerne às ações empreendidas pelos alunos na resolução do problema proposto pelo professor, faltava ainda a discussão e definição das hipóteses pelos grupos para estimar a quantidade de iogurte, caso o preparo fosse feito. Neste sentido, se faz relevante analisar a formulação de hipóteses levantadas pelos alunos, assim como mostra o Quadro 31.

Grupo 1:	<i>Hipótese:</i> cada aluno beberá 10ml
Grupo 2:	<i>Hipóteses:</i> cada aluno bebe um copo, cada copo tem aproximadamente 240 ml.
Grupo 3:	<i>Hipóteses:</i> cada aluno toma um copo de 20ml
Grupo 4:	<i>Hipótese:</i> cada sala consome em média 500 ml de iogurte
Grupo 5:	<i>Hipótese:</i> cada sala tem em média 35 alunos, e que no total dará 140 alunos. <i>* grupo não estimou a quantidade de leite</i>

Quadro 31: Hipóteses dos alunos na atividade do iogurte
Fonte: do autor

A partir da observação da elaboração das hipóteses feitas pelos alunos, nota-se que o tratamento dado ao mesmo problema (fabricação de iogurte) pelos diferentes grupos de alunos, apresentavam, cada um, em um aspecto ou outro, elementos distintos, sobretudo na elaboração e seleção de hipóteses. Essa “abundância ou quantidade de ideias sobre o mesmo assunto” (ALENCAR; BRAGA; MARINHO, 2016, p.29) é caracterizado na literatura como habilidade criativa relacionada à fluência de ideias (ALENCAR; FLEITH, 2009). Assim, entendemos que a fluência de ideias pode ser aferida na atividade mediante a proposta do novo problema pelo professor (uso de alteração), problema este, que acreditamos, contribuiu para romper de certa forma com a postura estática dos alunos perante a situação sugerida na primeira fase da atividade.

No quadro 32 apontamos as características que puderam ser observadas nas ações empreendidas na atividade do iogurte que denotaram aspectos que se associam à promoção e uso das habilidades criativas, mediante estímulo de alteração (GONTIJO, 2007).



Quadro 32: Aspectos de criatividade que emergiram na atividade 2 mediante o uso de alteração
Fonte: do autor

Nesta atividade em particular, a comunicação de ideias pelos alunos foi realizada em um único momento, o qual o professor conduziu utilizando elementos associados ao estímulo de **dramatização** (GONTIJO, 2007).

O professor mediou a plenária dando ênfase nas relações e estratégias que emergiram na atividade, de modo a dar liberdade aos alunos a se expressarem, apresentando suas ideias e argumentando sobre a atividade desenvolvida. No excerto que transcrevemos, destacamos algumas ações que acreditamos, se associaram aos elementos da Criatividade apontados na literatura.

Grupo Os investigadores do Kefir

Professor ao grupo: Joãozinho³², a primeira parte da tarefa, qual problema matemático vocês elaboraram, e como vocês chegaram a resposta.

Aluno01: O primeiro problema que nós elaboramos foi: Quantas gramas o Kefir cresce por mês e por ano?

Professor: muito bem! A pergunta deles: quantas gramas o Kefir cresce por mês e por ano? Como que vocês fizeram pra chegar a uma resposta?

Aluno01: *a gente fez por mês que é trinta dias, trinta vezes dois, dois, que é duas gramas que ele cresce por dia... e deu sessenta gramas por mês*

Professor: por mês

Aluno01: Dai por ano, peguemos 365 dias, que é o total de dias do ano, e fizemos 365 vezes dois, que deu 730 gramas por ano.

Professor: olha só pessoal, durante um ano o Kefir cresce 730 gramas. Dá pra distribuir para a sala inteira!

³² Para preservar a identidade dos alunos um nome fictício foi adotado.

Na resolução percebemos que os alunos consideraram o crescimento do Kefir como sendo linear. Embora sejamos conscientes de que o crescimento segue uma lei exponencial, consideramos válida a interpretação dos alunos neste momento, dado o nível escolar dos mesmos e a ideia presente de que haveria um “crescimento” rápido do kefir.

Pelo excerto, pode-se perceber também que em se tratando de alunos dos anos iniciais, os alunos conseguiram destacar suas ações através das discussões nas plenárias, apresentando, inclusive, detalhes e fatos que sustentaram o desenvolvimento e conclusão da atividade, denotando, por tais manifestações, ações cognitivas de argumentação (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016); e indícios de aspectos criativos relacionadas a elaboração (GONTIJO, 2007), que por sua vez, é caracterizada pela presença de detalhes na apresentação de uma ideia ou invenção.

Destacamos, ainda, que os aspectos de elaboração, como inferimos, não podem ser tomados como uma habilidade parametrizada. Cabe dizer que essa habilidade deve ser entendida, ou melhor, deve ser interpretada num viés de não neutralidade, pois esta habilidade pode se apresentar em determinadas tarefas em maior ou menor grau, dependendo do nível em que se encontra o sujeito e dos estímulos suscitados pela tarefa. Aqui nos referimos à **elaboração** como a presença de mais detalhes na explicação de um conceito ou ideia, especialmente se comparada aos diálogos dos demais grupos que fizeram a atividade.

O excerto a seguir também demonstra alguns aspectos de elaboração conforme indicamos (negrito).

Grupo os investigadores do Kefir

Professor: vamos lá então! Joãozinho se eu quisesse fazer iogurte para todos os alunos que estudam no período da manhã, quanto de leite eu vou precisar? Como é que vocês fizeram?

Aluno01: eu fiz uma conta, já que tem 101 alunos...

Professor: como é que você descobriu quantos alunos tinham?

Aluno01: eu perguntei

Professor: perguntou pra quem?

Aluno01: pra Fulana (secretária da escola)

Professor: muito bem! Tinham quantos alunos?

Aluno01: cento e um.

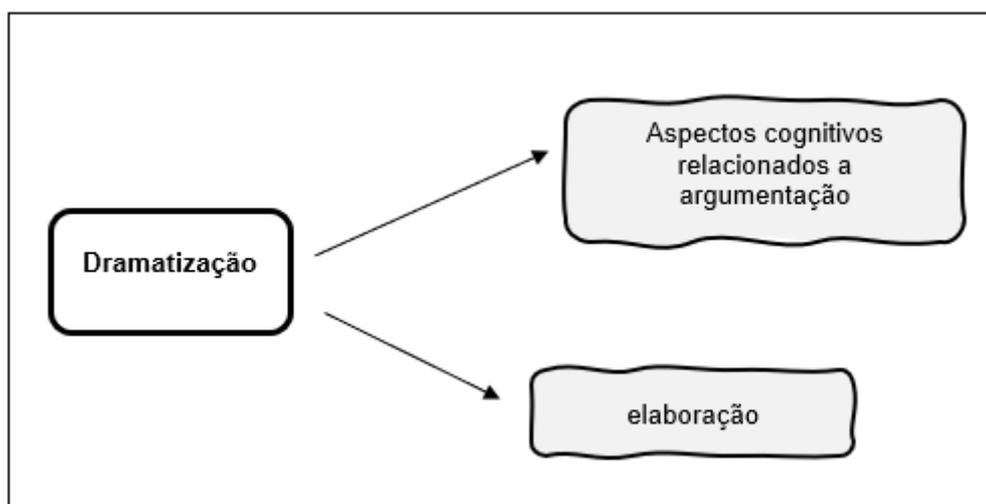
Professor: daí como vocês fizeram?

Aluno01: Daí eu peguei ... já que um copo tem 240 ml; daí eu peguei cento e um vezes duzentos e quarenta, que deu **24.240 ml.**

Professor: então, deu quanto de leite?

Aluno01: vinte e quatro litros e duzentos e quarenta ml

Em linhas gerais, podemos destacar que o uso de estímulo da dramatização pelo professor, na atividade do iogurte, nos permitiu inferir, segundo os indicadores da Criatividade presentes na literatura, duas ações que se relacionaram na atividade analisada ao pensamento criativo: a mobilização de ações cognitivas de argumentação e a presença de detalhes na argumentação dos grupos que, neste caso, se refere à habilidade de elaboração (ALENCAR; FLEITH, 2009). O quadro 33 sintetiza essas ações assim como destacamos, no uso pelo professor, do estímulo de dramatização (GONTIJO, 2007).



Quadro 33: Aspectos de criatividade na atividade 2 mediante uso da estratégia de dramatização
Fonte: do autor

A seguir descrevemos o desenvolvimento da última atividade, na qual os alunos elegeram um tema para ser investigado e, a partir disso, desenvolveram uma atividade de terceiro momento, conforme indicam Almeida e Dias (2004) e Almeida, Silva e Vertuan (2016).

7.3 UM PASSEIO NO BOSQUE: QUAL A IDADE DAS ÁRVORES?

A atividade da idade da árvore foi a última desenvolvida e se caracteriza como atividade de terceiro momento (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016), na qual os alunos elegeram um tema para investigação. Esta atividade foi desenvolvida em dois momentos distintos: no primeiro momento os alunos se reuniram em grupos e escolherem um tema e, no segundo, a atividade foi desenvolvida.

7.3.1 A escolha do Tema

Para o desenvolvimento desta atividade, cinco grupos de alunos foram formados. O professor orientou os alunos sobre a escolha de um tema de interesse para investigação e atribuiu um tempo aproximado de 30 minutos para isso.

Decorrido o tempo da escolha dos temas, os grupos elegeram um membro para expor suas ideias na plenária. Os grupos, um por vez, apresentaram suas escolhas: i) celular; ii) comida (alimentação); iii) corpo humano; iv) árvore; e, v) conversa na sala de aula.

O grupo que escolheu o tema **celular** propôs, a princípio, duas ideias. A primeira consistia em investigar como funcionava a ligação de um aparelho celular. Entretanto, esta primeira proposta do grupo não se tratava de problema matemático especificamente, todavia foi a primeira ideia que eles levantaram na plenária. A segunda ideia do grupo se referiu ao consumo de bateria de um aparelho do celular, no qual desejavam investigar o processo de descarregamento da bateria no decorrer de um dia.

O grupo que escolheu o tema **comida** (alimentação) não apresentou, como fez o primeiro grupo, um problema matemático, na verdade, indicou a possibilidade de investigar algo referente ao tema. Então, no momento da plenária, foram sugeridas ideias de possíveis problemas, entre eles, “quanto de comida era preciso para estar satisfeito” e “quanto de comida a escola preparava para os alunos” (este sugerido pelo professor).

O grupo que trouxe para plenária o tema do **corpo humano**, baseou sua escolha na primeira atividade de Modelagem desenvolvida: a quantidade de vezes que piscamos. Eles utilizaram como referência dados apresentados no vídeo, o qual fazia referência sobre a quantidade de litros de sangue que o coração bombeava durante um dia e, com isso, propuseram este tema e uma questão de investigação.

O grupo que trouxe a temática das **árvores** também demonstrou dificuldades referentes à elaboração de um problema matemático. Na discussão entre os membros do grupo várias dúvidas foram levantadas sobre o que investigar, como, por exemplo, a altura de uma árvore, a produção de frutos, sua idade etc. Após a apresentação na plenária e com o auxílio do professor, o grupo decidiu que a investigação estaria relacionada à determinação da idade de uma árvore.

O último grupo apresentou como proposta de investigação: quantas palavras a aluna Camomila falava por minuto (**conversa na sala de aula**). Este fato surgiu, pois, durante as aulas, o professor frequentemente precisava chamar a atenção da referida

aluna, pois sempre se empolgava nas conversas paralelas. Devido ao fato desta aluna estar conversando com frequência, o professor chegou a dizer durante uma de suas aulas: *“a gente podia tentar contar o tanto que a Camomila fala durante minha aula, daria milhares de palavras”*. Em virtude desse comentário feito pelo professor durante uma das aulas, esse grupo apresentou tal ideia como uma possível atividade de Modelagem Matemática. Diferente dos demais, a escolha do tema por esse grupo passou num primeiro momento por uma pré-seleção, no qual cada membro sugeriu uma ideia de investigação e, após consenso de todos, um tema foi escolhido para ser apresentado plenária.

Após a apresentação dos grupos na plenária, o professor fez um apanhado das ideias apresentadas, sintetizando o que cada grupo tinha proposto, colocando os temas para votação. Em razão da atividade da idade da árvore sugerir um passeio fora da escola para a coleta de dados, os alunos acabaram por escolher este tema como última atividade de Modelagem a ser desenvolvida.

7.3.2 A idade das árvores: o desenvolvimento

Em atenção ao tema definido pelos alunos foi organizado pelo professor um material de apoio para o desenvolvimento da atividade. Foi escolhido para a atividade um vídeo³³ e um informativo (impresso) sobre dendrocronologia, área da biologia que estuda a idade das árvores através do estudo dos anéis de crescimento (Apêndice F).

Participaram desta atividade 31 alunos, que formaram seis grupos. No primeiro momento da atividade os alunos assistiram o vídeo na TV da sala e após, receberam uma folha para registros da resolução (Apêndice E).

33 Vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IZTk7DoKDLQ>. Acesso em Maio de 2019.

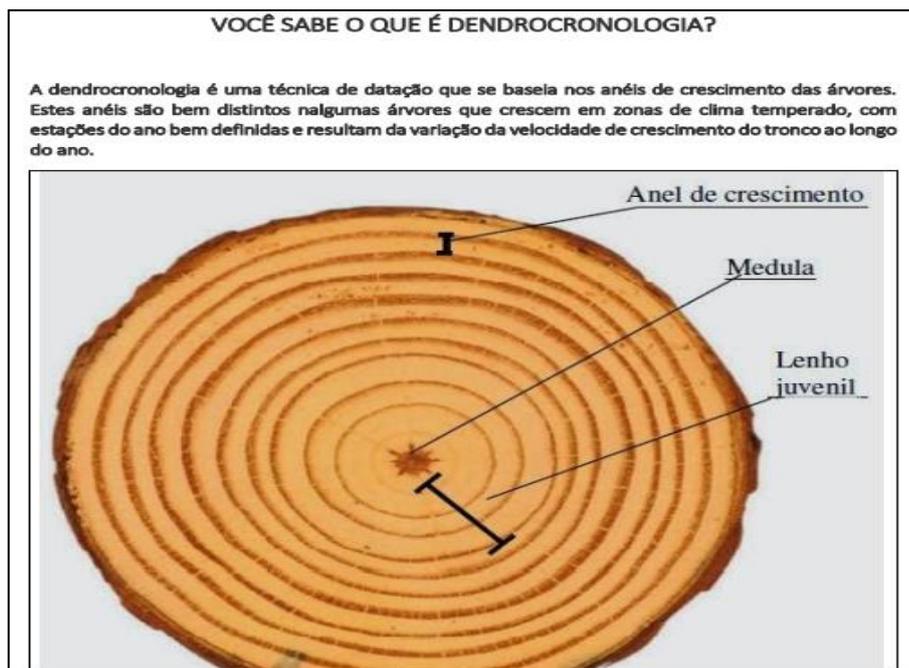


Figura 12: Recorte do informativo sobre dendrocronologia elaborado pelo autor
Fonte: do autor

No momento da inteiração em que foram discutidas as ideias apresentadas no vídeo, um dos alunos comentou na aula que seu pai trabalhava com corte de madeira e ele, por muitas vezes, havia observado a presença de anéis de crescimento nos pedaços de troncos cortados. Disse ainda, que achava interessante o “jeito” dos anéis, porém não sabia que esses anéis poderiam estar relacionados com a idade da árvore.

No vídeo que os alunos assistiram, assim como na folha entregue, era sugerida uma alternativa para a determinação aproximada da idade de uma árvore qualquer. Segundo a informação, bastaria cortar o tronco de uma árvore e fazer uma estimativa a partir da contagem dos anéis de crescimento; ou fazer a contagem dos anéis de um tronco caído e, assim, estimar a idade de uma árvore em pé do mesmo tipo.

Diante destas informações, os alunos ficaram preocupados, uma vez que ambos os métodos exigiam o corte da árvore, significando sua depredação. Por isso julgaram o método inadequado e passaram a refletir sobre uma alternativa que não estivesse associada ao corte das árvores.

Mediante a preocupação dos alunos, o professor lança a seguinte indagação: *e se quiséssemos calcular a idade de uma árvore sem precisar cortá-la, seria possível? Como?* A ação do professor ao propor esta direção na atividade, se associa ao uso da estratégia de **alteração** conforme encontramos em Gontijo (2007).

Após a colocação do professor, diversas ideias surgiram (**tempestade de ideias**). Destacamos que tal fato ocorreu naturalmente na atividade após a intervenção do professor. Configuravam entre as diferentes ideias: aferir a largura, a grossura da árvore; o fato da casca ser rugosa ou não; a árvore ser oca; ou ainda, considerar a presença de líquens (barba de velho) como fator de inferência na idade da árvore.

Após esse momento, aconteceu nos pequenos grupos um debate sobre as ideias que poderiam ser assumidas para a solução do problema. No momento das discussões a maioria dos grupos sugeriu fazer aferições ligadas à altura e a “grossura” das árvores. Diante disso, o professor discutiu com os alunos qual poderia ser a estratégia mais viável na atividade: estimar a idade de uma árvore pela altura ou pela “grossura”. No avanço da atividade os alunos julgaram que, fazer estimativas da idade em relação à altura seria um procedimento³⁴ difícil, entretanto, medir a circunferência de uma árvore, ou a grossura segundo eles, pareceu ser uma tarefa mais viável no momento.

Os grupos optaram, então, por utilizar a ideia de que a idade de uma árvore poderia ser verificada pela relação com o crescimento da circunferência. Dentre as hipóteses apresentadas, dois grupos sugeriram considerar: dez centímetros, como crescimento médio da circunferência³⁵ por ano, três grupos a ideia de cinco centímetros, e um grupo, a ideia de crescimento aproximado de 1 cm por ano. Após esse momento, o professor questionou as ideias de dois dos grupos, os quais assumiram o crescimento próximo de 10cm ao ano. Visto que tal pensamento se distanciava da realidade (crescimento médio de 2,5 cm ao ano), o professor interveio, a fim de prover nestes grupos uma reflexão mais aprofundada sobre as escolhas feitas nos grupos. Deste modo, após a conversa com o professor, um grupo julgou estar mais próximo da realidade a ideia de crescimento próximo a cinco centímetros e, o outro, a um centímetro.

³⁴ Poderia ocorrer no encaminhamento da atividade de os alunos utilizarem para aferir a altura de uma árvore a comparação com o tamanho da sombra por exemplo, ou ainda estimar a altura aproximada da árvore comparando o próprio tamanho com a altura da árvore (registro fotográfico). Ainda que essas estratégias não fossem conhecidas pelos alunos, seria, entretanto, uma alternativa para que os alunos resolvessem o problema.

³⁵ A dimensão admitida como hipótese pelos alunos na atividade foi a medida da circunferência do tronco da árvore, e não a medida do raio ou do diâmetro. Ou seja, o crescimento de 5cm ao ano referia-se ao crescimento da medida da circunferência e não do raio ou diâmetro.

Após a elaboração das estratégias pelos alunos o professor perguntou quais ferramentas eles precisariam dispor para fazer a medição do tronco das árvores. Tal ação do professor na atividade se relaciona ao estímulo de geração de novas ideias (**brainstorming**) (GONTIJO, 2007).

Mediante questionamento do professor, várias ideias foram apresentadas pelos alunos, como por exemplo, utilizar uma corda, uma trena, uma régua ou mesmo uma fita métrica. Outro aluno ainda sugeriu utilizar um cinto para fazer as medições. Embora essas ideias parecessem suficientes, um aluno apresentou uma ideia diferente dos demais, o uso do palmo da mão como instrumento de realização de medidas, caso fosse necessário. Como o professor havia separado fitas métricas, a atividade prosseguiu com a preparação da coleta de dados.

Foi escolhido como local da coleta de dados um bosque que fica próximo à escola, cerca de 400m de distância. Em razão dos alunos saírem do ambiente escolar foi solicitado o acompanhamento da professora regente da turma e de uma estagiária. Antes da coleta de dados o professor orientou os alunos para escolhessem no bosque três espécies diferentes de árvores e distribuiu, para tal fim, uma fita métrica para cada grupo. Concluídas as orientações, o professor acompanhou os alunos até o bosque e os auxiliou na coleta dos dados.



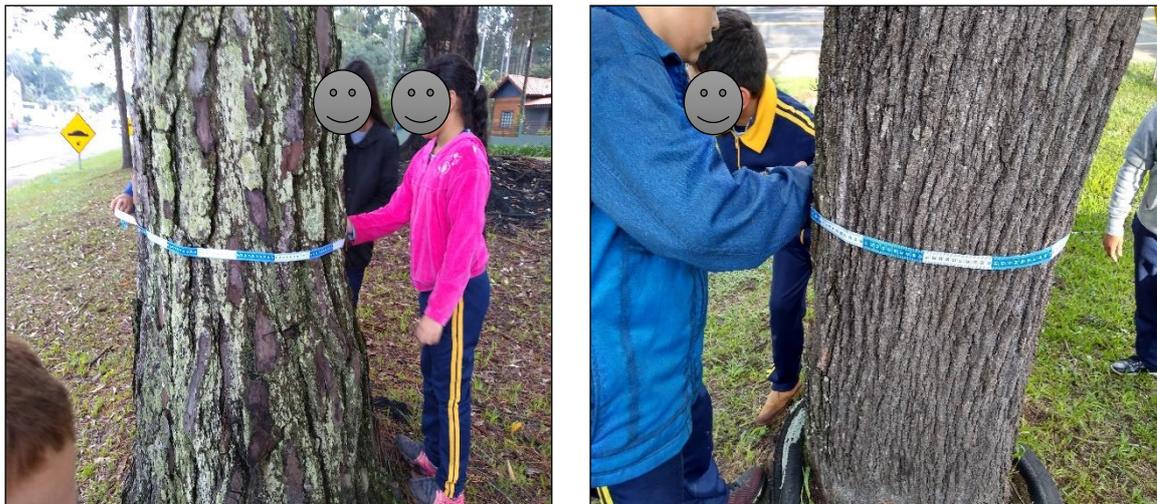


Imagem 4: Coleta de dados referente a atividade de terceiro momento

Fonte: arquivos do autor

A etapa de coleta de dados levou cerca de 30 minutos. Ao retornarem para a sala de aula os alunos começaram a trabalhar com os dados coletados. Neste momento, partindo das hipóteses de crescimento assumidas de 5cm/ano e 1cm/ano, os alunos chegaram a uma resposta, pela qual conseguiram estimar a idade aproximada das árvores, respeitando a condição de não as depredar. Seguem registros feitos no caderno pelos alunos na etapa de matematização e resolução.

Qual é a idade da árvore?			Transcrição	
Árvore 1:	tamanho	idade	tamanho	idade
	207	$207 : 5 = 41,4$ anos	207	$207 : 5 = 41,4$ anos
Árvore 2:	tamanho	idade	tamanho	idade
	210	$210 : 5 = 42$ anos	210	$210 : 5 = 42$ anos
Árvore 3:	tamanho	idade	tamanho	idade
	130	$130 : 5 = 26$ anos	130	$130 : 5 = 26$ anos
Em um ano uma árvore cresce 5 centímetros.			Hipótese: "Em um ano uma árvore cresce 5 centímetros"	

Quadro 34: Resolução da atividade da árvore feita pelo Grupo as "árvores malucas"

Fonte: registros dos alunos

O Quadro 35 apresenta os registros de um outro grupo.

que cada centímetro é um ano
 tipo se ela tiver 40 a 50 centímetros
 ela tem 40 ou cinquenta anos

Árvore 3	Tamanho	idade
	3,40	340
Árvore 2	Tamanho	idade
	33, CM	33
Árvore 3	Tamanho	idade
	98, CM	98

Transcrição

Hipótese: “que cada centímetro é um ano, tipo se ela tiver 40 a 50 centímetros, ela tem quarenta ou cinquenta anos.

Árvore 1	tamanho	idade
	1,40	140
Árvore 2	tamanho	idade
	33 cm	33
Árvore 3	tamanho	idade
	98 cm	98

Quadro 35: Resolução da atividade das árvores feitas pelo Grupo “sem nome”

Fonte: registros dos alunos

Concluídos estes passos, a atividade seguiu com os alunos apresentando na plenária, segundo orientação do professor, suas ideias de elaboração e resolução do problema. Na plenária, a condução do professor na atividade está associada ao uso da estratégia de **dramatização** (GONTIJO, 2007).

Ao término da plenária os alunos foram liberados para o lanche e, após o intervalo, a atividade foi retomada a partir da entrega e leitura do que denominamos “folha de validação” (Apêndice G).

Nome do Grupo: _____

Você sabia que se pode estimar a idade de uma árvore sem precisar derrubar ou cortar seu tronco?

Uma maneira que podemos fazer essa estimativa é seguindo dois passos:

1º: medir a circunferência do tronco aproximadamente a 1m de altura do chão, usando uma fita métrica.

2º conta-se a idade da árvore considerando que a cada 2,5 cm da circunferência equivale a 1 ano de idade da arvore, ou seja, dividimos o tamanho da circunferência por 2,5.

Agora vamos comparar a resolução do teu grupo com as informações que acabamos de conhecer?

Circunferência da arvore	Cálculo da idade feita pelo grupo	Circunferência da árvore	Cálculo pelo modelo dos dois passos

Figura 13: Recorte folha de validação

Fonte: elaborado pelo autor com base em:

<http://aprendizesdanatureza.blogspot.com/2009/08/medindo-idade-de-uma-arvore.html>

A partir do tema definido pelos alunos o professor pesquisou por informações que pudessem auxiliar na organização e desenvolvimento da atividade. Deste modo, tanto a folha do apêndice F, quanto a folha de validação foram estruturadas pelo professor a priori para a atividade.

Quando apresentada a folha de validação, foi intenção do professor fazer com que os alunos comparassem e validassem os diferentes métodos de estimativa: os métodos elaborados pelos grupos na atividade e o método apresentado pelo professor na folha de validação. Concluídas as orientações, os alunos foram organizados para nova coleta de dados.

A nova coleta de dados se deu no pátio da própria escola, visto que no jardim existiam várias árvores plantadas (ainda jovens). Conforme as orientações, os alunos deveriam coletar os dados de duas maneiras distintas: a primeira como eles havia decidido (primeira coleta) e, a segunda, de acordo com a instrução da folha de atividade. Para a organização dos grupos a coleta de dados foi dividida em dois momentos, de modo que três grupos por vez, com supervisão do professor,

coletassem os dados no jardim. Assim feito, seguem alguns registros da segunda etapa de coleta de dados (Imagem 5).



Imagem 5: Segunda coleta de dados na atividade de terceiro momento
Fonte: registros do autor

No momento da coleta no pátio, houve o imprevisto da chuva no local, prejudicando um grupo, que por esse motivo, não coletou dados suficientes para a validação. Após o tempo estipulado pelo professor, os alunos terminaram as tarefas específicas desta etapa e uma discussão em grupo foi realizada sobre os resultados obtidos pelos dois modelos.

Seguem registros da etapa de validação:

Circunferência da árvore	Cálculo da idade feita pelo grupo	Circunferência da árvore	Cálculo pelo modelo dos dois passos
26 centímetros	5,2 anos	25 centímetros	10 anos
34 centímetros	6,8 anos	27 centímetros	10,8 anos

Transcrição

26 cm	→	5,2 anos	25 cm	→	10 anos
34 cm	→	6,8 anos	27 cm	→	10,8 anos

Quadro 36: Validação da atividade de terceiro momento do grupo “Cientistas das árvores II”

Fonte: arquivo do autor

Das ações mobilizadas durante a atividade das árvores é possível observar que esta atividade, especificamente, demandou mais processos do que as demais, tanto no que se refere à sistematização das diferentes tarefas, como aos processos para a coleta de dados. Entretanto, a familiarização que os alunos já haviam adquirido com a Modelagem contribuiu para que as ações realizadas fossem mais organizadas. Observou-se ainda, maior liberdade dos alunos em relação à elaboração e implementação de diferentes ideias, como também às manifestações de atitudes referentes a tomadas de decisão. Frente a tais observações, consideramos que o ambiente, assim como se constituiu na atividade, promoveu maior interação dos alunos na atividade, tanto pelas estratégias empregadas, como pelas discussões da situação-problema.

Em relação aos conteúdos matemáticos suscitados na atividade destaca-se a utilização das operações com números inteiros e decimais. Um fato observado na coleta de dados é que nenhum grupo adotou a numeração decimal durante a medição do tronco das árvores (coleta de dados). Ao registrar as medidas feitas no caderno, os alunos transcreveram apenas os números inteiros da fita métrica (centímetros), não fazendo nota da parte decimal da fita, os milímetros. O uso da calculadora pelos alunos também se mostrou presente nesta atividade, em especial na realização das operações de divisão, que foi o conteúdo matemático central da atividade. Outro aspecto no desenvolvimento da atividade foi a ideia matemática de relação, uma vez

que os alunos relacionaram o crescimento da circunferência do tronco com a idade aproximada da árvore.

A atividade, assim como foi desenvolvida, promoveu importantes discussões. Por meio do uso das diferentes estratégias de estímulo do pensamento criativo pelo professor, muitas manifestações de Criatividade puderam ser mobilizadas, fato este, que destacaremos na análise da atividade.

7.3.2.1 Análise da atividade das árvores

Frente aos encaminhamentos tomados pelos alunos na atividade, o professor, conscientemente, buscou agir de maneira diferente das demais atividades. Neste sentido, tratou de refletir em quais momentos seria oportuno o uso das estratégias de estímulo do pensamento criativo (brainstorming, alteração e dramatização), uma vez que nas atividades anteriores um esquema³⁶ para a inserção dessas estratégias foi planejado a priori.

Nesta atividade, que teve por objetivo estimar a idade média de uma árvore, o uso da estratégia³⁷ de alteração (GONTIJO, 2007) pelo professor, ocorreu na fase de inteiração, na qual os alunos deveriam desenvolver uma estratégia para resolver o problema. Em face ao questionamento do professor “*e se quiséssemos calcular a idade de uma árvore sem precisar cortá-la, seria possível? Como?*”, os alunos apresentaram, decorrentes desta provocação, um rol de ideias e hipóteses. Este fato, como destacado nas descrições, expõe a geração de ideias pelos alunos mediante intervenção direta do professor (uso de alteração). Estas ideias, por sua vez, revelam aspectos que, segundo a literatura, se associam ao pensamento divergente (ALENCAR; FLEITH, 2009).

Para Amaral (2016) o pensamento divergente é o tipo de pensamento que permite ao indivíduo apresentar um considerável número de ideias e/ou soluções a um determinado problema. Para este mesmo autor, a manifestação da Criatividade em Matemática pode ser observada na associação de dois tipos de pensamento: o divergente, o qual possibilita ao indivíduo apresentar um número significativo de ideias

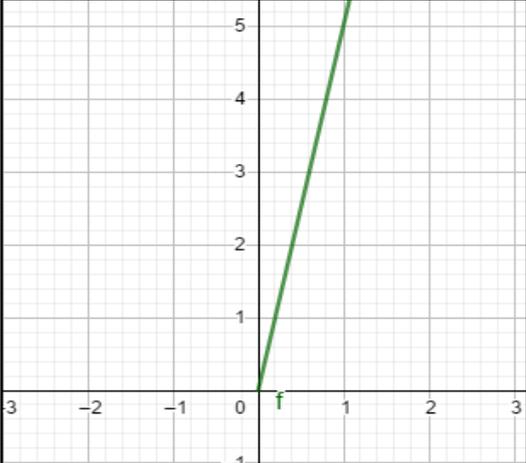
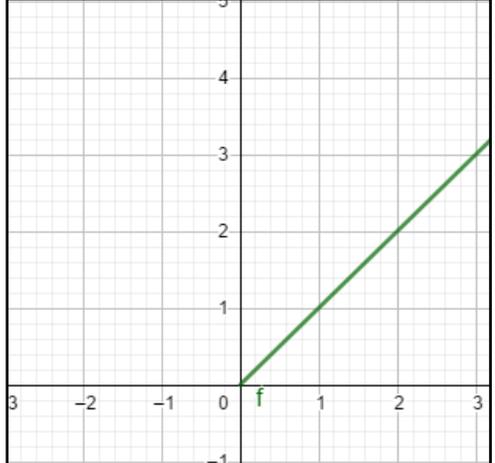
36 Os planos de intervenção se encontram disponíveis no Produto Educacional, fruto desta pesquisa.

37 Já nas atividades anteriormente descritas, o uso desta estratégia afluiu no momento final da atividade, após a comunicação de ideias dos pequenos grupos.

sobre determinado problema ou fenômeno; e o convergente, que no caso, viabiliza a seleção e execução de uma dessas ideias especificamente (AMARAL, 2016).

Das hipóteses levantadas referentes às variáveis da situação (medidas de tronco, estimativa pela altura, fatores como casca e líquens etc.), os alunos julgaram que determinar a idade de uma árvore pela relação de crescimento do tronco seria a ideia mais apropriada para aquele momento. Neste sentido, inferimos que a escolha dessa ideia pelos alunos entre as demais remete, na atividade, a convergência de tais pensamentos, assim como compreende Amaral (2016).

Já na fase de matematização da atividade, os alunos construíram um modelo matemático que permitiu aos grupos fazerem a estimativa de idade das árvores, relacionando esta idade ao crescimento da circunferência do tronco da árvore. Pelas hipóteses admitidas, podemos identificar na atividade dois exemplos de modelos matemáticos (Quadro 37).

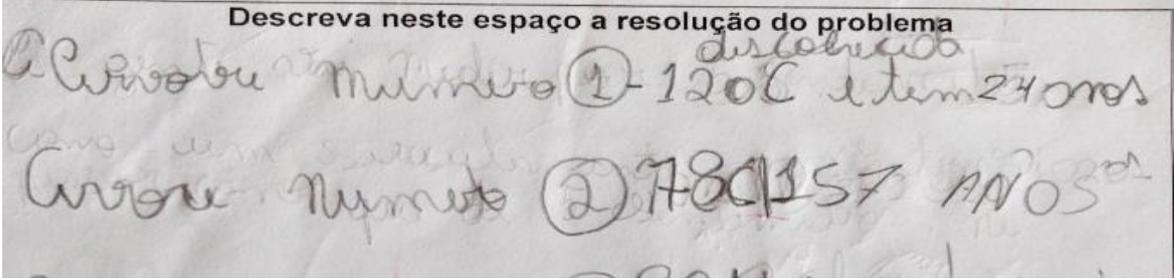
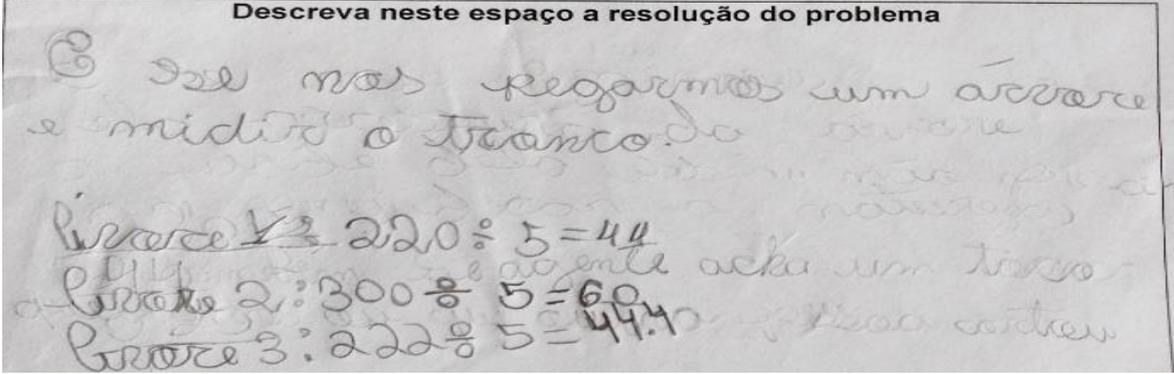
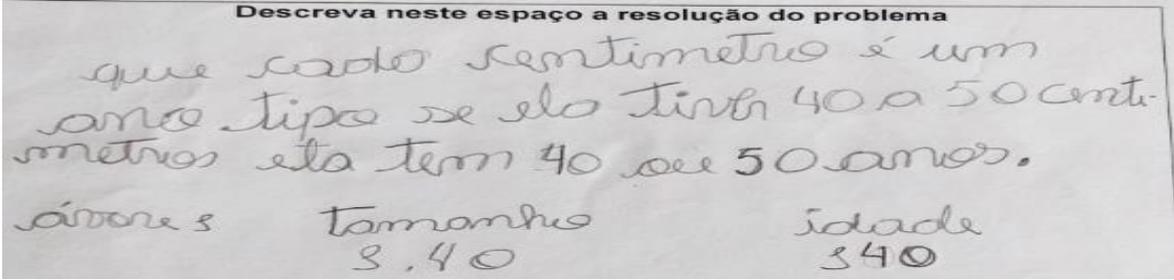
<p style="text-align: center;">Modelo 1</p> <p>Cada 5 (cinco) cm de circunferência corresponde a aproximadamente um ano.</p>	<p style="text-align: center;">Modelo 2</p> <p>Cada 1 (um) cm de circunferência, corresponde a aproximadamente um ano.</p>
<p style="text-align: center;">Representação algébrica da situação relacionada à representação do Modelo 1</p> <p style="text-align: center;">$f(x) = 5x$</p>	<p style="text-align: center;">Representação algébrica da situação relacionada à representação do Modelo 2</p> <p style="text-align: center;">$g(x) = x$</p>
<p style="text-align: center;">Representação gráfica da situação relacionada a representação do Modelo 1</p> 	<p style="text-align: center;">Representação gráfica da situação relacionada a representação do Modelo 2.</p> 

Quadro 37: Representação de modelos matemáticos associados a resolução dos alunos na atividade de terceiro momento

Fonte: do autor

Foi solicitado, ainda, que os alunos registrassem na folha de resolução os processos utilizados na realização da atividade, tais como: ideias desenvolvidas,

cálculos efetuados e hipóteses assumidas pelos grupos. Desta etapa apresentamos a resolução de alguns grupos (Quadro 38):

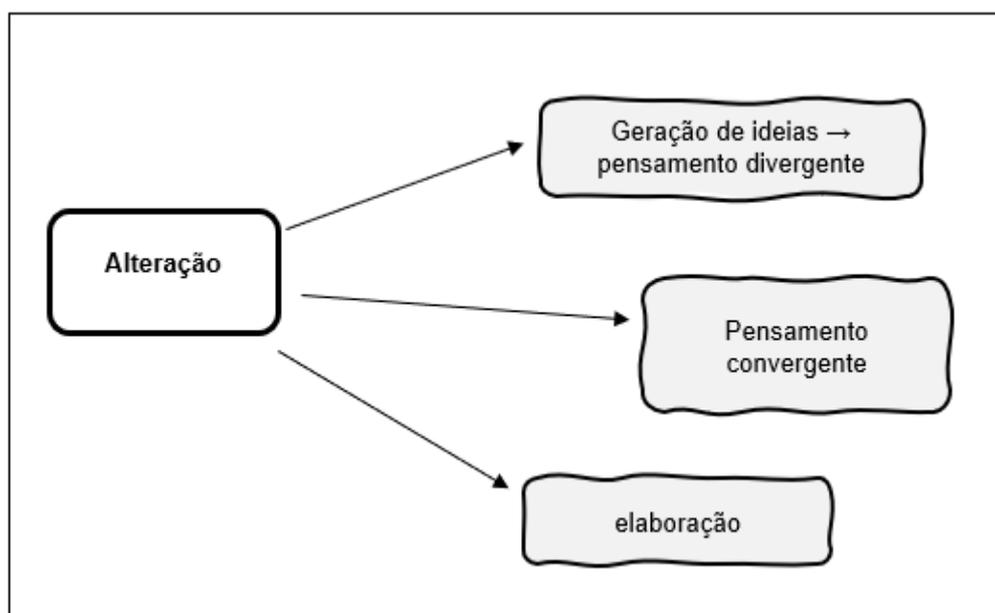
<p>Grupo: Cientistas das árvores II</p>  <p>Transcrição</p> <p>Árvore número 1: 120 cm e tem 24 anos Árvore número 2: 78 cm; 15,7 anos</p>						
<p>Grupo: Cientistas das árvores I</p>  <p>Transcrição</p> <p>É só nós pegarmos uma árvore e medir o tronco</p> <p>Árvore 1 → 220cm : 5 = 44 Árvore 2 → 300 cm : 5 = 60 Árvore 3 → 222 cm : 5 = 44,4</p>						
<p>Grupo: "sem nome"</p>  <p>Transcrição</p> <p>Que cada centímetro é um ano. Tipo, se ela tiver 40 ou 50 centímetros, ela tem 40 ou 50 anos.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Árvore</th> <th>tamanho</th> <th>idade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1,40m</td> <td>140</td> </tr> </tbody> </table>	Árvore	tamanho	idade	1	1,40m	140
Árvore	tamanho	idade				
1	1,40m	140				

Quadro 38: Resolução dos grupos na atividade de terceiro momento

Fonte: do autor

Nas resoluções apresentadas pelos grupos pode-se observar, além do raciocínio empreendido na atividade, alguns aspectos de **elaboração** na resposta de alguns grupos (detalhes na descrição ou comunicação de uma ideia). Podemos notar que dos grupos participantes, alguns deles apresentaram mais detalhes de suas resoluções se comparado aos demais. Assim, cabe dizer que, dos grupos que desenvolveram a atividade, aspectos de Criatividade, tal como a elaboração (ALENCAR; FLEITH, 2009; GONTIJO et al. 2019) puderam ser aferidos nas respostas de alguns alunos.

No Quadro 39 apresentamos os aspectos que se relacionaram à Criatividade na atividade da idade da árvore, decorrentes do uso do estímulo de alteração (GONTIJO, 2007) pelo professor.



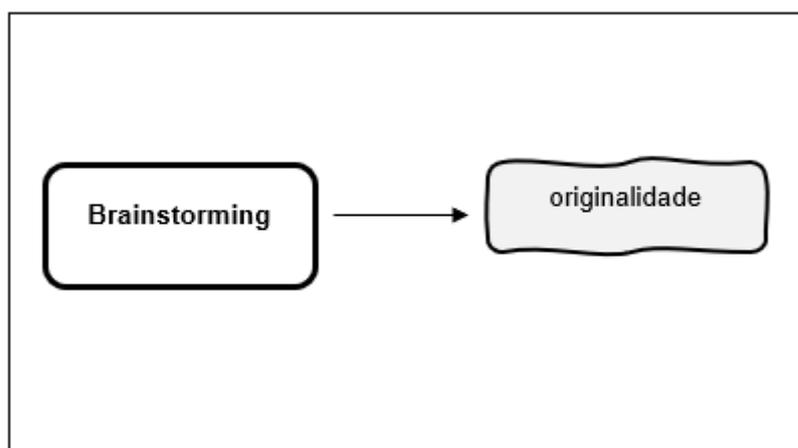
Quadro 39: Aspectos de criatividade relacionados ao uso de alteração na atividade da idade da árvore

Fonte: elaborado pelo autor

Ainda nesta atividade, antes da coleta de dados (visita no bosque), o professor perguntou aos alunos sobre quais ferramentas poderiam ser utilizadas para realizar a medição do tronco das árvores, pois foi esta a sugestão dos grupos na atividade. Este questionamento, tal qual destacamos, está relacionado, na atividade, às intervenções/mediações que tiveram como objetivo promover a geração de ideias pelos alunos (**brainstorming**). Das ideias dos alunos decorrentes da indagação do professor, observou-se na atividade a listagem de diversos instrumentos de medidas como: a utilização de régua, corda, fita métrica, trena, etc. Tal fato demonstra que a

intervenção do professor em relação ao estímulo de geração de ideias, foi oportuno em relação à manifestação da Criatividade na atividade, pois desta intervenção, pode-se destacar a ideia de um aluno, que propôs, caso fosse necessário, o uso do palmo da mão para fazer a medição da circunferência do tronco, remetendo por tal atitude, dimensões de originalidade na atividade (ALENCAR; FLEITH, 2009; ALENCAR; BRAGA; MARINHO, 2016; GONTIJO, et al. 2019).

No Quadro 40 apresentamos as manifestações de Criatividade mediante o estímulo do brainstorming na atividade da idade da árvore.



Quadro 40: Aspectos de criatividade relacionados ao uso do brainstorming na atividade das árvores
Fonte: do autor

A última estratégia de estímulo utilizada pelo professor na atividade foi a estratégia de dramatização (GONTIJO, 2007). Assim como nas atividades anteriores, a estratégia foi utilizada pelo professor na fase de apresentação e comunicação das ideias dos grupos, fase que Almeida, Silva e Vertuan (2016) caracterizam como interpretação de resultados e validação.

Na plenária, os grupos apresentaram o modo como cada grupo tratou os dados para resolver o problema inicial. Numa primeira análise, ao comparar os diálogos decorrentes desta etapa, é possível notar que as respostas dos grupos foram muito parecidas. Isso nos permitiu perceber que, diferente das outras atividades, os alunos não demonstraram muitos detalhes na apresentação de suas respostas, assim como se pode verificar nos excertos que trazemos.

Grupo: “Sem nome”

Professor à toda a classe: o grupo aqui! O Grupo do Joãozinho, como é que vocês fizeram para saber a idade de uma árvore?

Aluno01: nós pensamos que ela cresce 1 cm por ano, daí nós medimos uma árvore, e deu um metro e quarenta

Professor: aham! [...] daí vocês fizeram o que?

Aluno01: daí fizemos a conta pra ver quantos que dá a idade

Professor: que continha vocês fizeram? [...] vocês fizeram direto aqui né?

Aluno01: aham

Professor: então se uma árvore tem um metro e quarenta, ela tem?

Aluno01: cento e quarenta anos!

Grupo: as árvores Malucas

Professor: agora o grupo da estrela, como que vocês fizeram? Pode falar...

Aluno01: a gente foi no bosque, pegamos as árvores e medimos o tamanho delas e dividimos por cinco.

Professor: vocês fizeram isso, por que elas crescem quantos centímetros por ano?

Alunos: cinco!

Professor: isso, cinco centímetros. E que continha vocês fizeram?

Aluno01: a gente fez a medida da arvore e deu dois virgula zero sete (2,07)

Professor: centímetros

Aluno01: daí nós pegamos, e fizemos divido por cinco[...] e o resultado deu quarenta e um vírgula quatro (41,4)

Professor a toda classe: então deu 41,4. Pessoal, presta atenção, esse grupo, eles mediram o tronco da árvore, e falaram que arvore, então, cresce cinco centímetros por ano. E, então, fizeram os cálculos lá e encontraram a idade!

Grupo: Os cientistas das árvores I

Aluno01: A gente pegou, a gente mediu o tronco também

Professor: aham!

Aluno01: a gente "somou", que ele cresce cinco centímetros num ano

Professor: uhum!

Aluno01: então a gente fez, a árvore que tinha dois metros e vinte, é, dividiu por cinco, e o resultado deu quarenta e quatro, da primeira árvore

Professor: uhum! Ela tem quantos anos?

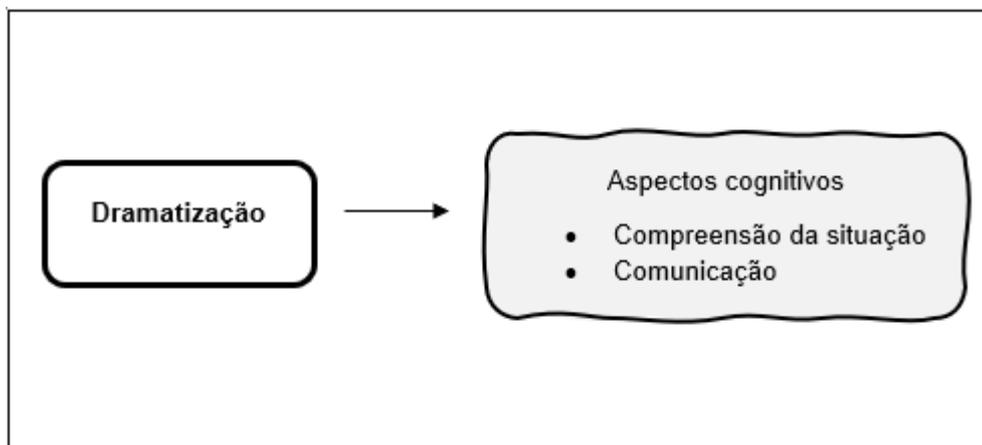
Aluno01: quarenta e quatro anos!

Professor a toda classe: muito bem! Pessoal, então eles fizeram aqui bem parecido com o outro grupo. Consideraram que uma arvore cresce 5cm, e outro grupo aqui considerou que cresce 1 cm.

Ainda que nos diálogos analisados não tenhamos constatado a presença de elaboração (detalhes na descrição ou apresentação de uma ideia), a manifestação do professor, ao corroborar com as resoluções dos alunos, se relaciona a estruturação de aspectos cognitivos relacionados à compreensão da situação (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016), ainda que de forma não tão explícitas, pois para explicar os processos decorrentes da atividade os alunos precisam, a priori, compreender como tal estruturação matemática permitiu a eles chegarem a resposta final. Para Almeida, Silva e Vertuan (2016) quando os alunos precisam expor suas ideias e/ou apresentar seus resultados decorrentes de uma atividade de Modelagem, são evocados por essas ações, processos cognitivos de comunicação e argumentação. Assim, cabe dizer que a conjugação de aspectos cognitivos como indicadores de manifestação criativa (ALENCAR; FLEITH, 2009) se mostraram presentes na fase de comunicação de ideias, em decorrência do uso, pelo professor, da estratégia de dramatização que,

segundo Gontijo (2007, p. 68-69), tem por objetivo fazer com que os alunos “expressem suas experiências pessoais, bem como a compreensão de conceitos envolvidos na atividade”.

Segue o Quadro 41, com destaque às manifestações de Criatividade decorrentes do uso de dramatização pelo professor.



Quadro 41: Aspectos de criatividade relacionadas ao uso da estratégia de dramatização na atividade da idade da árvore
Fonte: elaborado pelo autor

Face as análises empreendidas de dimensão local, nos empenharemos na próxima seção em fazer uma relação dos aspectos observados nas três atividades dando destaque às implicações decorrentes do uso de cada estratégia. Na sequência, nas considerações finais, apresentamos aspectos de convergência suscitados na pesquisa que, acreditamos, ampliam as inferências relacionadas à nossa questão de pesquisa e dá espaço a discussão para outras abordagens e futuras pesquisas.

7.4 ANÁLISE GLOBAL: AS IMPLICAÇÕES DECORRENTES DE CADA ESTRATÉGIA DE ESTÍMULO DO PENSAMENTO CRIATIVO NO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

No ensejo de responder nossa questão de pesquisa: “*Que implicações decorrem da inserção, pelo professor, de estratégias de estímulo do pensamento criativo no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática?*” buscamos, nas análises locais, evidenciar as manifestações de Criatividade que decorreram da intervenção do professor quando fez o uso consciente das três estratégias de estímulos do pensamento criativo. Com as manifestações elencadas e com o corpo

teórico que sustenta esta investigação, buscamos agora apontar as implicações decorrentes do uso destas estratégias nas atividades de Modelagem desenvolvidas. Isto posto, destacaremos a seguir tais implicações. Nesse sentido, as estratégias de estímulo utilizadas no decorrer das três atividades serão tomadas para análise uma a cada vez, por acreditarmos que o uso das diferentes estratégias pelo professor traz consigo implicações próprias, que nas atividades se revelaram nas ações dos alunos perante a intervenção do professor.

7.4.1 O uso do brainstorming

Segundo Gontijo (2007, p. 7), o brainstorming é uma estratégia “que tem por base a geração de muitas ideias em atividades grupais”. No contexto escolar, tem como intenção estimular os estudantes a manifestarem suas ideias quando uma situação é apresentada ao coletivo. Nas atividades desenvolvidas pelos alunos nesta pesquisa, o uso do brainstorming favoreceu certos aspectos das atividades de Modelagem, como, por exemplo, o processo de familiarização dos alunos com os temas investigados.

Algumas das ações que denotam isso, acreditamos, podem ser observadas no desenvolvimento da atividade do número de piscadas, a qual se constituiu como primeira experiência de Modelagem dos alunos; e a atividade do iogurte, para a qual precisavam elaborar um problema matemático.

Em relação à primeira atividade, o que notamos no início do seu desenvolvimento foi a estranheza inicial dos alunos, frente à nova proposta de investigação. Neste sentido, a intervenção do professor ao utilizar a estratégia de brainstorming como forma de “quebrar o gelo”, favoreceu, inferimos, a compreensão dos alunos frente ao desafio da nova prática, contribuindo no desenvolvimento da atividade (transição da fase inteiração: definição de ideias e hipóteses, para a matematização: tratamento matemático da situação). Um exemplo de contribuição que se associa ao uso do brainstorming pelo professor na segunda atividade, diz respeito à ação dos alunos frente a um novo desafio, a elaboração de um problema. Após a intervenção do professor (estímulo do brainstorming) a elaboração de problemas, que por um momento se apresentou como uma dificuldade, de certa forma foi auxiliada na atividade. Além de estimular a geração de ideias, o brainstorming favoreceu, dentre outras coisas, o desenvolvimento do raciocínio dos alunos, que

mediados pelo professor, puderam organizar melhor suas ideias e compreender seu papel na atividade, de modo que quanto mais envolvidos na atividade, mais familiarizados ficavam.

Embora em uma atividade de Modelagem Matemática professores e alunos possuam incumbências próprias no que se refere ao encaminhamento da atividade, é válido destacar ações do professor que corroboram à familiarização dos estudantes quando estes realizam uma atividade. Para Vertuan (2013):

[...] a familiarização dos alunos com as atividades de Modelagem, [...] pode resultar, para além de uma compreensão acerca do que constitui uma atividade de Modelagem, em um aumento no repertório de estratégias de resolução e em certa autonomia frente à utilização dos conceitos matemáticos e de suas propriedades e sua importância no contexto do problema (VERTUAN, 2013, p. 48).

Neste sentido, este estudo corrobora com os resultados apresentados por Vertuan (2013) no que tange à autonomia adquirida, bem como a exploração de um repertório de estratégias de resolução pelos alunos, decorrentes do processo de familiarização. Ainda segundo o autor, a familiarização dos estudantes com este tipo de atividade pode implicar, por sua vez, em uma maior probabilidade de que as ações manifestadas pelos alunos durante uma atividade de Modelagem, sejam ações diferenciadas e criativas, por isso a importância de intervenções nas atividades que favoreçam esta familiarização.

Outra ação que acreditamos ser decorrente do uso do brainstorming pelo professor, se associa às evidências de que o uso de tal estratégia pode oportunizar aos alunos o acesso a uma quantidade de informações e ideias referentes à investigação que sem a provocação deste estímulo talvez não acontecesse do mesmo modo. O conhecimento, bem como o acesso às informações de um problema decorrem, segundo Almeida, Silva e Vertuan (2016), do esforço cognitivo exigido na elaboração e implementação das diferentes estratégias. Nas atividades analisadas, o uso do estímulo “geração de ideias” pelo professor implicou no favorecimento do uso de diferentes estratégias, principalmente quando as atividades exigiam um esforço cognitivo maior (compreensão e elaboração de problemas, por exemplo). Neste sentido, Vertuan (2013), ratifica que:

[...] quando um aluno toma consciência dos conceitos matemáticos que conhece, das estratégias que pode utilizar frente a um problema específico e dos modos como se dá sua aprendizagem, pode otimizar suas ações de modo a potencializar a apreensão de conhecimentos e seu desenvolvimento cognitivo (VERTUAN, 2013, p. 48).

Desse modo, podemos afirmar que uso do brainstorming reforçou, além do uso e acesso a diferentes estratégias de resolução, as ações cognitivas dos alunos, sobretudo na fase de inteiração, a qual, segundo Almeida, Silva e Vertuan (2016), tem por objetivo tornar conhecidos muitos aspectos dos problemas. Logo, consideramos o uso do brainstorming na fase de inteiração da Modelagem Matemática altamente recomendável.

Ainda que os resultados encontrados nesta pesquisa, no que se refere ao uso, pelo professor, da estratégia “brainstorming”, sejam advindas das intervenções do professor no momento de inteiração da atividade, é possível ao professor utilizar tal estratégia em outros momentos da atividade. Se o professor quiser explorar o uso de diferentes conceitos matemáticos na elaboração do modelo matemático, por exemplo, o uso desta estratégia pode auxiliar. Ainda neste sentido, o uso do brainstorming pode ser suscitado pelo professor na fase de interpretação de resultados e validação, o que pode levar os alunos a elaborarem novos problemas baseados nas respostas encontradas na atividade. Tal abordagem, além de se constituir em uma nova oportunidade de investigação, pode despertar ainda a curiosidade dos alunos, que estimulados pela atividade podem propor problemas do tipo “e se?”.

Uma outra abordagem que pode ser empreendida pelo professor ao utilizar a estratégia de brainstorming diz respeito ao uso de tal estratégia na escolha de um tema para a atividade. Ainda que na atividade da idade da árvore (terceiro momento), o uso de tal estratégia não tenha sido utilizada pelo professor, foi possível verificar a ocorrência de uma tempestade de ideias no momento da escolha do tema. Deste modo, tanto a sugestão de um tema, como a proposta de um problema comum a todos os grupos, mostra a possibilidade de uma nova abordagem para atividades de Modelagem de terceiro momento, uma vez que nesta perspectiva geralmente os grupos trabalham com problemas distintos concomitantemente.

Findada estas considerações, apresentamos no Quadro 42 os resultados encontrados no que diz respeito as implicações do uso do brainstorming pelo professor nas atividades analisadas.

Estratégia de estímulo do pensamento criativo	Resultados encontrados: a implicação do uso da estratégia pelo professor
BRAINSTORMING	❖ Favoreceu a familiarização dos alunos com a atividade.

“Tempestade de ideias”	❖ Favoreceu a elaboração de problemas.
	❖ Permitiu o acesso e uso pelos alunos a uma certa quantidade de informações sobre os problemas investigados.
	❖ Favoreceu a manifestação e conjugação de aspectos cognitivos na atividade.
	❖ Conduziu ao rompimento da postura estática dos alunos frente aos desafios das atividades.

Quadro 42: Implicações decorrentes do uso do brainstorming pelo professor nas atividades de Modelagem

Fonte: do autor

Embora as implicações destacadas nesta pesquisa decorram principalmente da intervenção do professor, a literatura aponta ainda que o uso do brainstorming (GONTIJO, 2007; ALENCAR; BRAGA; MARINHO, 2016) tende a favorecer a manifestação de diversas habilidades relacionadas ao pensamento divergente, como a originalidade, flexibilidade e fluência. Destacamos a manifestação destes aspectos em nossas análises, por exemplo, quando o aluno, na atividade da idade das árvores, sugeriu utilizar o palmo da mão para realização de medidas, o que denota, considerando as demais manifestações, o aspecto de originalidade. Isso implica dizer que o contato dos alunos com estratégias relacionadas ao pensamento divergente, tal como o brainstorming, pode, além de contribuir com os processos de ensino e aprendizagem, proporcionar um ambiente profícuo ao desenvolvimento e cultivo da Criatividade.

7.4.2 O uso de alteração

Dentre as várias estratégias que se referem ao estímulo da Criatividade, a estratégia de alteração se concentra principalmente na mudança ou na exploração de diferentes questões e ideias em um mesmo problema. Neste sentido, os alunos ou o professor podem modificar ou considerar uma nova questão de investigação dentro de uma mesma atividade, bem como uma nova ideia no processo de resolução do problema. Diante disso, consideramos a exploração no contexto das atividades da intervenção do tipo “e se” (GONTIJO, 2007).

Neste sentido, o Quadro 43 apresenta as questões elaboradas pelo professor no desenvolvimento das três atividades e a fase relativa da atividade de Modelagem em que seu uso ocorreu.

Atividade	Questão elaborada pelo professor.	Fase relativa da Modelagem na qual ocorreu o uso pelo professor da estratégia.
Número de vezes que piscamos (ATIVIDADE DE PRIMEIRO MOMENTO)	<i>“e se nós estivermos assistindo TV, o ritmo das piscadas vão aumentar ou diminuir?”</i>	Interpretação de resultados e Validação.
Atividade do iogurte (ATIVIDADE DE SEGUNDO MOMENTO)	<i>“e se quiséssemos fazer iogurte para todos os alunos do período matutino, quanto de leite precisaríamos?”</i>	Interpretação de resultados e validação.
Idade das árvores (ATIVIDADE DE TERCEIRO MOMENTO)	<i>“e se quiséssemos calcular a idade de uma árvore sem precisar cortá-la seria possível? Como?”</i>	Inteiração

Quadro 43: Problemas relacionados ao uso de alteração pelo professor nas atividades de Modelagem Matemática

Fonte: do autor

Das três questões elaboradas pelo professor utilizando a intervenção “e se...”, duas delas caracterizavam a possibilidade de uma “nova questão de investigação” (primeira e segunda atividades) e a terceira pode ser caracterizada como uma questão com vistas a auxiliar a investigação inicial da determinação da idade de uma árvore.

Com base nas ações empreendidas pelos alunos e nas manifestações de Criatividade observadas, destacamos que a geração de novas ideias; a exploração de novos problemas nas atividades; a verificação do uso do pensamento flexível; o rompimento da postura estática dos alunos, são elementos que apontam as implicações do uso do estímulo alteração pelo professor nas atividades.

Nas três atividades analisadas pode-se notar que a manifestação de novas ideias pelos alunos ocorreu sempre na sequência do uso de **alteração** pelo professor, fato que nos permite inferir que essas manifestações são decorrentes da intervenção consciente do professor. Destes questionamentos, observamos que todos eles foram acatados pelos alunos no desenvolvimento das atividades, o que indica de certo modo a pertinência dessas questões no contexto da atividade ou o fato de os alunos estarem habituados a realizar atividades que são apresentadas pelo professor, sem necessariamente refletir sobre a viabilidade e pertinência delas.

Por outro lado, consideramos que as questões implementadas pelo professor nas atividades favoreceram uma atitude investigativa pelos alunos que, motivados pelo problema, buscaram novos meios de respondê-los provocando a geração de diferentes ideias. A manifestação destas diferentes ideias assim como destacamos, a

literatura caracteriza por “tempestades de ideias” ou brainstorming (GONTIJO, 2007; ALENCAR; FLEITH, 2009; ALENCAR; BRAGA; MARINHO, 2016). Ainda que nas atividades analisadas o uso do brainstorming pelo professor aconteceu conscientemente, não era esperado que o uso de alteração favorecia tão bem esse aspecto da atividade. Logo, o uso de alteração em atividades de Modelagem tende a favorecer a manifestação de novas ideias pelos alunos, quando estes exploram novos problemas ou os investigam por um ângulo diferente.

A exploração de novos problemas nas atividades, ainda que fosse um aspecto esperado pelo professor, foi ação que se destacou em nossa análise. Quando os alunos chegam a uma resposta para uma determinada situação, pode ocorrer de na atividade surgirem novos interesses ou readequações dos processos empreendidos na investigação, fato que vai depender muito da pertinência da resposta encontrada e da intenção do professor ao mediar a atividade. Neste sentido, a exploração destes diferentes aspectos (pertinência da resposta e sugestão de novos encaminhamentos), podem ser suscitados, tanto pelo professor quanto pelos próprios alunos, o que para Pereira (2008) pode influenciar positivamente a Criatividade dos alunos na sala de aula. Em nossas análises, ainda que as sugestões dos novos problemas foram influenciadas pelo professor, fato que implicou a revisitação das diferentes fases da Modelagem, consideramos importante tornar a prática do uso do “e se” como uma ação também naturalizada pelos alunos, os quais podem recorrer à esta estratégia, mesmo sem a iniciativa do professor.

Observamos também que a partir da colocação de novos problemas pelo professor nas atividades, também foi possível encontrar em nossas análises um conjunto de ações que caracterizam a flexibilidade de pensamento (ALENCAR; FLEITH, 2009). Ao propor os novos questionamentos nas atividades o professor fez com que os alunos “atacassem” a situação por um caminho não considerado inicialmente. O ato de tratar a situação por um novo ângulo, assim como o rompimento da postura estática dos alunos frente às tarefas da atividade (busca por novas informações), caracteriza ações do pensamento flexivo, o qual nas atividades foi favorecido pelo uso da estratégia de alteração. Foi durante o uso de alteração nas atividades de Modelagem que podemos verificar uma maior ocorrência de manifestações criativas por parte dos alunos. Em cada situação proposta (uso de alteração), diferentes habilidades criativas foram suscitadas (geração de ideias, aspectos de originalidade, flexibilidade de pensamento, etc), o que permitiu, em nossa

pesquisa, evidenciar a eficácia desta estratégia enquanto promotora de ações e habilidades criativas.

No que se refere ao estímulo da Criatividade em atividades de Modelagem, destacamos apontamentos de Pereira (2008) que sugere intervenções parecidas como a do uso de alteração pelo professor nas atividades. Para Pereira (2008), para que a Criatividade se manifeste em uma atividade de Modelagem na sala de aula o professor pode, dentre outras coisas:

[...]. d) trabalhar com temas de interesse dos grupos ou dos grupos. [...] c) enfrentar situações novas, desconhecidas e ir à busca de novos conhecimentos que se façam necessários para a realização da atividade. [...] g) **levantar novas hipóteses sobre a situação estudada, isto é considerar uma situação sob vários ângulos, de forma a fazer com que os estudantes possam observar tal situação sob diversos aspectos** (PEREIRA, 2008, p.98). [grifo nosso]

Pois os estudantes fazem o uso das habilidades criativas quando “são incentivados a levantar questões e propor ideias; e a partir de uma atividade, necessitam fazer julgamentos, avaliar situações, considerar várias ideias a fim de tomar decisões entre outras” (PEREIRA, 2008, p. 98). Neste sentido, o uso de alteração pelo professor configurou, em certa medida, estas ações, pois ao favorecer tais elementos, sua prática converge proporcionalmente àquilo que apregoam os estudos sobre o cultivo e desenvolvimento da Criatividade nas aulas de Matemática (GONTIJO, et al. 2019), na qual a liberdade de ação dos estudantes, a exploração de diferentes problemas e o estímulo à investigação, caracterizam um ambiente promissor à Criatividade.

No quadro 44 apresentamos a síntese dos resultados encontrados acerca das implicações observadas, quando o professor fez o uso da estratégia de alteração nas atividades de Modelagem Matemática.

Estratégia de estímulo do pensamento criativo	Resultados encontrados: a implicação do uso da estratégia pelo professor
ALTERAÇÃO “e se”	❖ Implicou na geração de ideias pelos alunos (brainstorming).
	❖ Estimulou o pensamento flexivo, que por sua vez recaiu na mobilização de novas estratégias e uso de diferentes conhecimentos matemáticos pelos alunos.
	❖ Implicou na revisitação das diferentes fases da Modelagem Matemática.
	❖ Mobilizou diferentes ações cognitivas dos alunos
	❖ Favoreceu o rompimento da postura estática dos alunos.
	❖ Favoreceu a aprendizagem matemática dos alunos.

	❖ Favoreceu novas investigações na atividade.
--	---

Quadro 44: Implicações decorrentes do uso de alteração pelo professor nas atividades de Modelagem

Fonte: do autor

Para além desta análise, o uso de alteração pelo professor pode ainda ser utilizado em outros momentos de uma atividade de Modelagem. Nesta pesquisa, o seu uso ocorreu especificamente na fase inteiração (terceira atividade) e na fase interpretação de resultados e validação (primeira e segunda atividade), entretanto o professor, na sala de aula, pode utilizar a mesma estratégia, por exemplo, na fase de “resolução”, na qual questões do tipo “e se?” corroboram no que diz respeito ao uso ou construção dos modelos matemáticos pelos alunos. Além do mais destacamos que o uso desta estratégia pode se tornar um hábito pelos alunos que, nas atividades, mesmo sem a intervenção do professor, podem utilizá-la quando sentirem vontade.

No que diz respeito à relação do uso da alteração com as demais estratégias de estímulo do pensamento criativo, ficou evidente em nossas análises a relação de tal estratégia com o brainstorming, o qual foi verificada pelas manifestações das diferentes ideias pelos alunos após o uso de alteração pelo professor. Já em relação à associação de alteração à estratégia de dramatização, o que notamos, foi que, pelo fato de os alunos terem que revisitar as diferentes fases da atividade novamente (inteiração, matematização, resolução etc.) para empreender alguma alteração, eles precisaram comunicar outra vez os resultados encontrados aos seus pares, o que demonstra a oportunidade de utilizar a dramatização nas atividades.

7.4.3 O uso de dramatização

A dramatização, enquanto estratégia de estímulo à Criatividade, sugere que os estudantes, durante uma atividade, “expressem suas experiências pessoais, bem como a compreensão dos conceitos envolvidos” (GONTIJO, 2007, p. 68). Deste modo, o uso de tal estratégia pode potencializar a articulação e socialização de diferentes ideias pelos alunos, os quais são encorajados a manifestarem suas ideias e percepções acerca de uma determinada situação (GONTIJO, 2007).

Neste contexto, verificamos, a partir do uso desta estratégia pelo professor, ações que revelaram aspectos relacionados à ativação e mobilização de ações cognitivas nas atividades (comunicação, argumentação e validação). Nas três atividades analisadas, a fase caracterizada por Almeida, Silva e Vertuan (2016) como

interpretação de resultados e validação, propõe aos sujeitos da atividade, uma análise crítica dos resultados encontrados na qual acontece a apreciação e julgamento desses resultados. Por esta aceção é que acreditamos que o uso, pelo professor, desta estratégia, implicou diretamente na ênfase destes processos nas atividades analisadas.

Na primeira atividade foi possível perceber pelos excertos analisados, que no momento da comunicação dos resultados, diferentes ações cognitivas foram mobilizadas pelos alunos e outras, foram “evidenciadas” pelo professor. Um exemplo deste último fato ocorreu na plenária da primeira atividade na qual o professor trouxe para a discussão os dados obtidos pelos alunos em frente à TV. Os dados encontrados na coleta de dados demonstravam que o número de piscadas das alunas participantes foi maior do que o número de piscadas de seus colegas, os meninos. Como o fato de que o número de piscadas de indivíduos do sexo feminino em média são maiores que os do sexo oposto (informação contida no vídeo que os alunos assistiram), uma discussão não poderia ter sido mais oportuna. Assim, a ação do professor em evidenciar tais fatos, remonta no contexto da atividade uma intervenção que favoreceu, em linhas gerais, a metacompreensão³⁸ da atividade. Por outro lado, a intervenção do professor contribuiu também às discussões das respostas dos alunos, os quais, por vezes, não costumam confrontar os resultados obtidos nas diferentes resoluções. Com isso, cabe dizer que a participação do professor no tratamento dos resultados colaborou na discussão da atividade, principalmente no que diz respeito à pertinência dos resultados encontrados e na ativação das ações cognitivas dos alunos quando estes comunicam e discutem seus resultados, bem como contribuiu para uma reflexão dos alunos sobre os percursos que vivenciaram.

Em atividades de Modelagem Matemática, a análise crítica de uma resposta para o problema, assim como sugerem Almeida, Silva e Vertuan (2016), implica fortemente a discussão das diferentes ideias empreendidas pelos envolvidos na investigação e essas ideias se revelam geralmente por meio da expressão/comunicação dos alunos com seus pares (momento da plenária). Logo, o uso de dramatização pelo professor se confirma como estratégia potencializadora de tais ações, especialmente às que se referem à aprendizagem e comunicação dos alunos nas atividades, pois para Vertuan (2013, p. 46) “a apresentação das diferentes

38 Metacompreensão no sentido de englobar os diferentes elementos de uma mesma atividade.

resoluções entre os grupos pode contribuir para a aprendizagem dos conceitos envolvidos nas diferentes resoluções, sejam esses de cunho matemático, de estratégias de resolução ou de assuntos extra matemáticos”.

Ainda que a literatura recomende a socialização das ideias procedentes do desenvolvimento de atividades de Modelagem (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN 2016; BURACK, 2010; BARBOSA, 2004, 2009; VERTUAN, 2013), pode ocorrer que esta etapa da atividade seja pouco explorada ou negligenciada pelo professor. Assim, acreditamos que o uso de tal estratégia, se destaca entre as demais, especialmente neste aspecto, pois como salienta Gontijo (2007), o uso da dramatização se concentra especificamente em estimular os alunos a manifestarem suas ideias através das diferentes resoluções decorrentes das investigações que realizam.

Por outro lado, ainda que o uso da estratégia de dramatização pelo professor tenha acontecido essencialmente na fase de comunicação de resultados e validação, recomendamos o uso de tal estratégia pelo professor também na fase de inteiração. Nesta fase, por exemplo, os alunos, baseados em suas experiências pessoais, podem tanto sugerir um tema para ser investigado (diálogo em grupo), como, mais adiante, comunicar suas experiências no momento da definição ou sugestão de hipóteses na atividade (sugestão de ideias). Logo, a flexibilidade em relação ao uso de tal estratégia em outros momentos das atividades, sugere também a autonomia do professor, que em sua prática com Modelagem Matemática pode planejar o momento adequado que o uso de tal estratégia se faça relevante.

Findada nossas análises, apresentamos no Quadro 45 os resultados encontrados no que diz respeito as implicações decorrentes do uso pelo professor da estratégia de dramatização.

Estratégia de estímulo do pensamento criativo	Resultados encontrados: a implicação do uso da estratégia pelo professor
DRAMATIZAÇÃO	❖ Favoreceu a ativação e mobilização de ações cognitivas dos alunos.
	❖ Favoreceu a comunicação dos grupos ao expressarem e discutirem suas ideias.
	❖ Possibilitou a reflexão dos alunos sobre as ações vivenciadas no desenvolvimento da atividade.

Quadro 45: Implicações decorrentes do uso de dramatização pelo professor nas atividades de Modelagem

Fonte: do autor

A fim de sintetizar os resultados encontrados neste trabalho, apresentamos a seguir as últimas considerações. Nela retomamos nosso objetivo de pesquisa e destacamos os resultados e reflexões que emergiram no decorrer de nossas análises.

CAPÍTULO 8

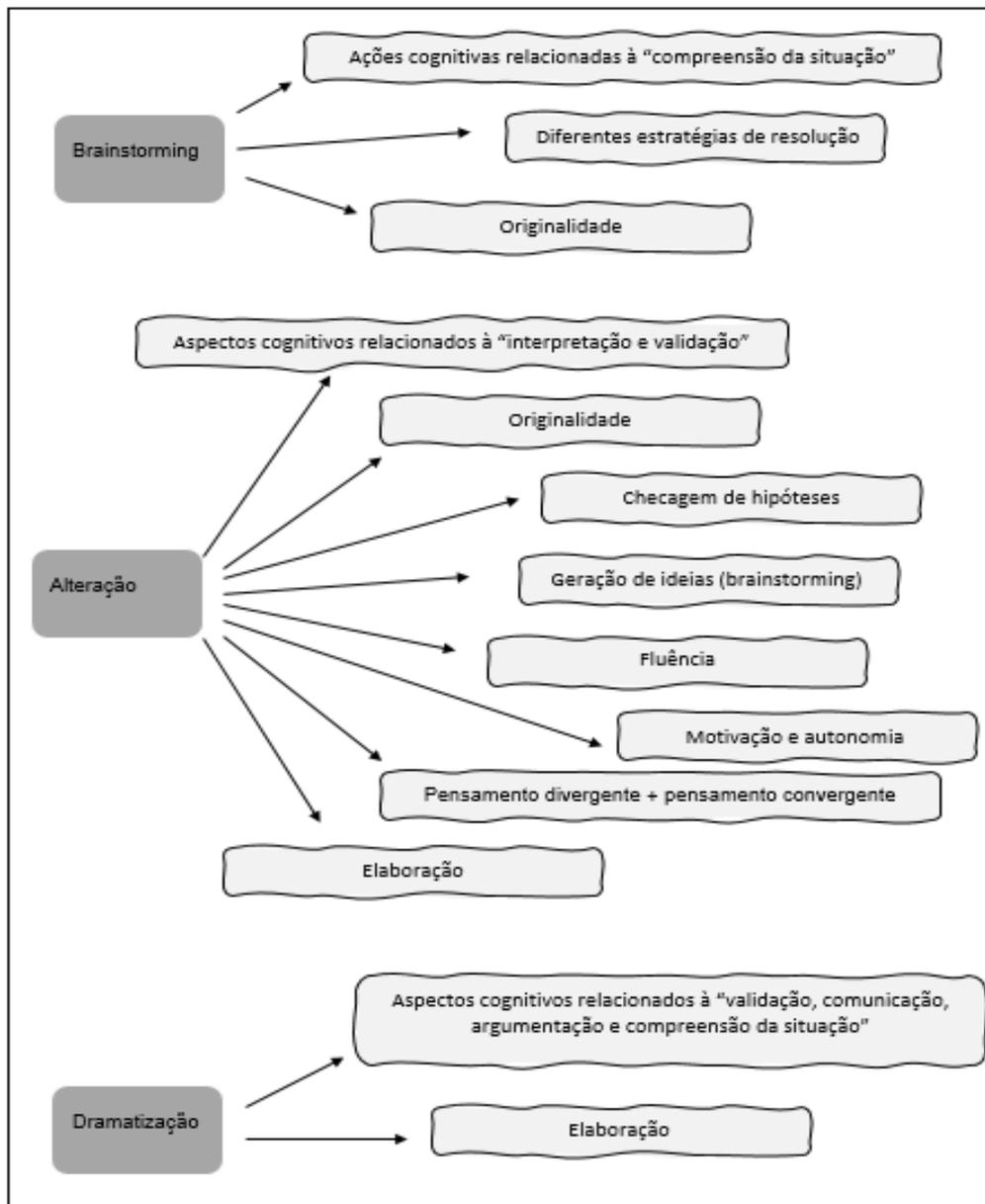
CONSIDERAÇÕES FINAIS

Das diferentes preocupações sobre as quais esta pesquisa foi construída, um dos principais aspectos que repousou nossa atenção diz respeito ao desenvolvimento da Criatividade por alunos da Educação Básica em contextos de aulas com Modelagem Matemática. Neste sentido, buscamos responder a seguinte questão de investigação: *“Que implicações decorrem da inserção, pelo professor, de estratégias de estímulo do pensamento criativo no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática?”*

Neste sentido, atividades de Modelagem Matemática foram desenvolvidas em uma turma de quinto ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, localizada na zona rural da Cidade de Ortigueira - PR. A partir do desenvolvimento das atividades e dos dados coletados é que passamos a refletir sobre as implicações que decorreram do uso, pelo professor, das estratégias de estímulo do pensamento criativo: brainstorming, alteração e dramatização.

As atividades desenvolvidas foram elaboradas a priori concomitantemente ao Produto Educacional, atentando, no entanto, às inferências sobre possíveis interesses dos estudantes dos Anos Iniciais e do local específico em que se deu a coleta de dados. Para o Produto Educacional foram elaboradas quatro atividades, todas desenvolvidas pelos alunos, das quais duas figuram nas análises da pesquisa. Uma outra atividade foi criada pelos alunos na sala de aula a qual também foi analisada (atividade de terceiro momento) e compõe o Produto Educacional na sua versão final, totalizando cinco atividades de Modelagem desenvolvidas.

Das reflexões acerca da prática realizada com os alunos do 5º ano, buscamos, nas análises locais, evidenciar as manifestações de Criatividade dos estudantes que decorriam do uso, pelo professor, das três estratégias de estímulo do pensamento criativo nas atividades de Modelagem. Do uso destas estratégias destacamos no Quadro 45 as manifestações de Criatividade observadas durante o desenvolvimento das atividades e as relações delas decorrentes.



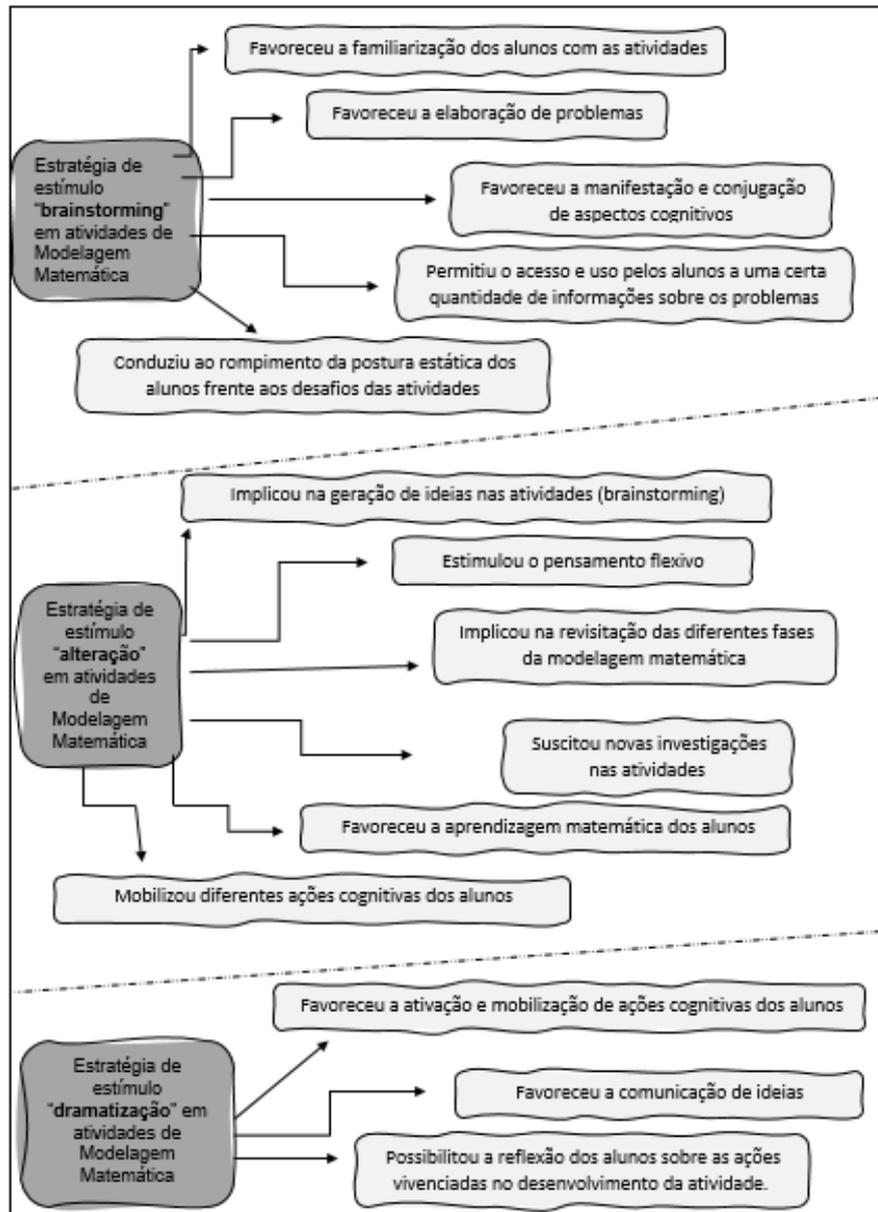
Quadro 46: Aspectos de criatividade encontrados nas atividades de Modelagem Matemática quando o professor fez o uso das estratégias de estímulo do pensamento criativo

Fonte: do autor

No desenvolvimento das atividades, quando nos atentamos às manifestações de Criatividade que resultam do uso das diferentes estratégias pelo professor, buscamos relacionar, frente aos objetivos da pesquisa, duas dimensões que consideramos importantes para responder nossa questão de investigação: as ações dos alunos correspondentes às manifestações de Criatividade; e, a intervenção do professor no contexto das atividades, o qual, segundo Pereira (2008), figura um importante agente no que diz respeito ao favorecimento da Criatividade na sala de aula. Por outro lado, o olhar para as manifestações de Criatividade dos alunos, permitiu ampliar nossas inferências frente aos interesses da pesquisa, a qual intentou

apontar as implicações decorrentes da intervenção do professor, quando nas atividades de Modelagem Matemática fez o uso consciente de estratégias de estímulo do pensamento criativo.

No que diz respeito a essas implicações, apresentamos no Quadro 47 nossas inferências acerca de cada estratégia de estímulo do pensamento criativo investigada.



Quadro 47: Implicações decorrentes do uso das três estratégias do pensamento criativo pelo professor nas atividades de Modelagem Matemática

Fonte: do autor

Embora os resultados encontrados em nossas análises digam respeito a alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, sugerimos o uso de tais estratégias pelo professor nos diferentes níveis de ensino da Educação Básica, assim como sugerimos a discussão destas estratégias nos ambientes de formação de professores, pois

acreditamos que a formação do professor que ensina com Modelagem pode ser potencializada quando à sua prática, se associem também estratégias para a Criatividade.

Perante os resultados encontrados nesta pesquisa e considerando o referencial teórico apresentado, destacamos por último, nestas considerações, dois aspectos que acreditamos que convergem com os resultados obtidos e que podem contribuir para novas pesquisas:

- 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.**

No que diz respeito ao fato de que **aspectos cognitivos revelados pelas ações dos alunos nas atividades de Modelagem indicam uma relação destes elementos com o uso das estratégias de Criatividade**, observamos essa ocorrência nas diferentes manifestações de Criatividade dos alunos quando desenvolviam as atividades e eram estimulados pelo professor.

Por este ângulo, somos conscientes que atividades de Modelagem, embora apresentem diferentes concepções e abordagens, têm como característica principal “a possibilidade de abarcar a cotidianidade ou a relação com aspectos externos à Matemática, caracterizando-se como um conjunto de procedimentos mediante o qual se definem estratégias de ação do sujeito em relação a um problema” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p.15). Neste contexto, atividades de Modelagem Matemática, segundo Almeida e Silva (2012, p.628), abarcam três características fundamentais: “a) envolve um conjunto de ações cognitivas do indivíduo; b) envolve a representação e manipulação de objetos matemáticos; c) é direcionada para objetivos e metas estabelecidos e/ou reconhecidos pelo indivíduo”.

Das características que expõem Almeida e Silva (2012) nos chamou atenção, de modo particular, as ações cognitivas dos alunos quando desenvolviam as atividades de Modelagem, na qual as estratégias de estímulo à Criatividade integraram-se no encaminhamento da atividade. Das ações cognitivas reveladas

pelos alunos, acreditamos que muitas delas apresentaram relação com a implementação das estratégias de estímulo do pensamento criativo.

Para Almeida, Silva e Vertuan (2016),

Quando o aluno se depara com uma situação-problema que pretende investigar, inicialmente precisa compreender o problema fazendo algumas aproximações ou idealizações, chegando ao que denominamos representação mental da situação. Consideramos que a transição da *situação-problema* para a *representação mental da situação* implica diversas habilidades como **entendimento da situação, apreensão de significado, interpretação de fatos e informações e agrupamentos de ideias**. O que se sabe sobre a situação na representação mental da situação corresponde já a um segundo estágio do conhecimento. Assim, entendemos que nesta transição a ação cognitiva que se pode identificar é a *compreensão da situação* (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 17-18). [grifo nosso]

No que se refere à manifestação de Criatividade associada à ação cognitiva *compreensão da situação*, destacamos a tempestade de ideias³⁹, a qual favoreceu, segundo nossas inferências, o acesso e compreensão de diferentes elementos da fase inteiração, como a **interpretação de fatos** e o **agrupamentos de ideias** (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016). Tal analogia pode ser observada, por exemplo, na atividade do iogurte, quando a proposta de elaboração de um problema pelos alunos foi favorecida pelo uso da estratégia do brainstorming pelo professor. A partir do estímulo de geração de ideias, verificamos que os alunos demonstraram, através dos problemas elaborados, registros de seu processo mental (seleção e organização de ideias), os quais, acreditamos, receberam influências do estímulo do brainstorming na atividade. Outro exemplo verificado na primeira atividade consta do fato de que as ideias decorrentes do uso do brainstorming pelo professor pareceram ter favorecido o entendimento da atividade pelos alunos em sua primeira experiência de Modelagem, na qual compreender, sistematizar e traduzir a situação-problema em uma representação mental são ações relacionadas. Tanto o entendimento da situação (primeira atividade), como a elaboração de problemas pelos alunos (segunda atividade), são aspectos que geralmente encontramos na fase inteiração da atividade, na qual para Vertuan (2017) e para Almeida e Silva (2012) reside a ação cognitiva *compreensão da situação*. Este fato, por sua vez, indica que entre ações cognitivas mobilizadas pelos alunos em atividades de Modelagem e entre as suas manifestações criativas, deva existir uma relação.

39 Aqui nos referimos a este aspecto, tanto pelo uso de brainstorming pelo professor como pelo uso de alteração, a qual figurou em nossos resultados como estratégia que estimulou a geração de ideias pelos alunos.

Neste sentido, podemos observar ainda que o uso de alteração⁴⁰ pelo professor na última atividade também favoreceu a **compreensão** do problema principal, que consistia em estimar a idade aproximada de uma árvore. Neste caso, o uso de alteração pelo professor, traduzido pelo problema (*e se quiséssemos calcular a idade de uma árvore sem precisar cortá-la, seria possível? Como?*), auxiliou a compreensão da situação pelos alunos, os quais induzidos por tal questionamento, decidiram fundamentar seu raciocínio na ideia de relação: tamanho da circunferência do tronco com a idade da árvore (modelo matemático). Logo, estas ações, assim como as descrevemos, nos permitem inferir que a **tempestade de ideias** assim como a estratégia de **alteração**, podem favorecer e/ou influenciar, de certa forma, as ações cognitivas dos alunos, quando a estes lhes são propostos um problema desafiante, em que diferentes possibilidades de resolução e de encaminhamentos conduzem para diferentes manifestações de Criatividade na sala de aula.

Ainda que a manifestação das diferentes ações cognitivas dos alunos em atividades de Modelagem não seja o nosso foco de pesquisa, sabemos que durante a visitação das diferentes fases da Modelagem Matemática, outras ações cognitivas podem ser mobilizadas (ALMEIDA; SILVA, 2012; VERTUAN, 2013; CASTRO, 2017). Esse fato nos permite inferir que o uso de alteração pelo professor na primeira e segunda atividade, feito que implicou na revisitação das diferentes fases da Modelagem, pode indicar a manifestação de outras ações cognitivas pelos alunos, quando estes envolviam-se na atividade por meio da proposta “e se?”. Ademais, foge ao escopo desta pesquisa detalhar e discutir com maior profundidade as diferentes ações cognitivas mobilizadas em atividades de Modelagem e suas implicações para o desenvolvimento da Criatividade e da Criatividade em Matemática, por isso sugerimos outras pesquisas que se atentem para esses aspectos em particular.

No que diz respeito ao aspecto: **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**, compreendemos, em primeiro lugar, que grande parte destas intervenções residem principalmente naquilo que o professor entende por uma atividade de Modelagem e sua condução (VERTUAN, 2013). Por outro lado, suas intervenções podem ser fruto de sua

40 Diferente das questões utilizadas nas outras duas atividades, a questão proposta pelo professor nesta atividade caracteriza uma questão auxiliar. É por isso que entendemos que a colocação do professor corroborou às ações cognitivas dos alunos relacionadas à *compreensão da situação*.

percepção em relação aos objetivos da atividade que pretende desenvolver. Neste sentido, é justo considerar que as diferentes ações do professor em atividades de Modelagem (orientação, sugestão, mediação e intervenção) traduzem, em certa medida, o modo como as concepções foram assumidas e internalizadas, seja pela sua experiência ou pela formação profissional.

Veronez e Castro (2018), em seu trabalho, trataram de investigar o que se mostram das intervenções do professor no ambiente de Modelagem Matemática, quando este assume o papel de orientador da atividade. Dos resultados encontrados, as autoras apontam que a intervenção do professor advém principalmente de sua concepção de Modelagem e de sua experiência de vida, a qual, nas atividades, podem: indicar caminhos; validar os modos de pensar dos alunos, sinalizando se as ações por eles desempenhadas são adequadas ou não; e ainda, confirmar ou validar suas conclusões (VERONEZ; CASTRO, 2018). Esses resultados chamaram a atenção das autoras, principalmente pela verificação da necessidade de os alunos expressarem seus modos de pensar e agir nas atividades de Modelagem, os quais buscam, ainda que inconscientemente, uma certa afirmação de seus atos, seja por parte dos membros de seu grupo, dos demais alunos ou do professor, o qual pode favorecer ou limitar as ações dos alunos na atividade.

Com isso, cabe dizer que intervenções do professor baseadas no uso de estratégias de estímulo do pensamento criativo em atividades de Modelagem Matemática, pode revelar, na sua prática, um comportamento levemente diferenciado de práticas puramente de Modelagem. Para elucidar este pensamento, utilizamos como metáfora uma representação do plano cartesiano e a localização de seus quadrantes, no qual consideramos o eixo horizontal como representativo das intervenções do professor baseadas em uma concepção de Modelagem Matemática, e o eixo vertical, como representativo de intervenções conduzidas segundo um plano de Criatividade, que nesta pesquisa se configura pela inserção de estratégias de estímulo do pensamento criativo nas atividades (Figura 14).

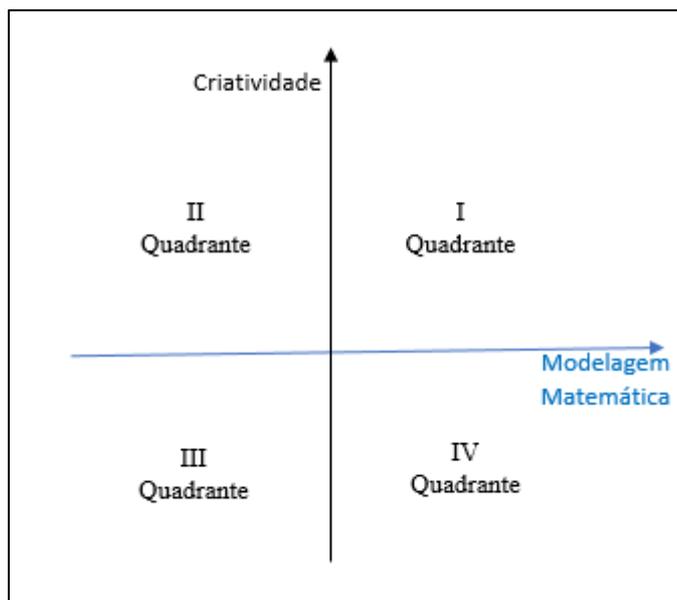


Figura 14: Intervenções do Professor representados pela Modelagem Matemática e pela Criatividade
Fonte: do autor

Se por um lado, consideramos a Criatividade como o eixo vertical do plano cartesiano, faz-se importante entender, dentre outras coisas que, para que a Criatividade se manifeste em uma atividade escolar, por exemplo, é preciso, além do uso de diferentes metodologias, uma boa dose de estímulo vinda do professor (GONTIJO *et al.* 2019). Neste sentido, um plano de trabalho baseado exclusivamente no uso de estratégias de estímulo do pensamento criativo, traz por decorrência implicações próprias no que diz respeito ao favorecimento da Criatividade na sala de aula. Em contrapartida, estas implicações dependerão do tipo de atividade escolhida pelo professor e do clima favorecido por ele em sala de aula (GONTIJO *et al.* 2019). Logo, quando falamos da associação de estratégias de estímulo do pensamento Criativo em atividades de Modelagem Matemática, nos atentamos ao favorecimento que esta combinação pode acarretar à promoção a Criatividade.

Por outro lado, se considerarmos o eixo horizontal da Modelagem Matemática como um corpus organizado, podemos afirmar que tal estrutura carrega consigo implicações próprias em relação à promoção da Criatividade, assim como apontou Pereira (2008) quando analisou manifestações de Criatividade em práticas de Modelagem Matemática. Os resultados de sua pesquisa apontaram para a mobilização de diferentes manifestações criativas, que decorrem da própria Modelagem, metodologia que apresenta em grande parte de suas atividades

problemas abertos e heurísticos, o que segundo Pereira (2008), favorecem as manifestações de Criatividade na sala de aula.

Em nossos resultados, porém, verificamos manifestações de Criatividade que, julgamos, não decorreram estritamente da própria Modelagem⁴¹, mas foram favorecidas pela combinação das duas dimensões que sustentam esta pesquisa: a Modelagem Matemática e Criatividade, as quais representam o I Quadrante do plano cartesiano.

Em relação as diferentes combinações que podem ser expressas pelos quadrantes do plano cartesiano construído (Figura 14), consideramos:

- **IV Quadrante:** positivo no eixo das abscissas (+) e negativo no eixo das ordenadas (-). Este quadrante representa a prática do professor que desenvolve atividades de Modelagem Matemática, todavia, sem a preocupação em estimular a Criatividade.
- **III Quadrante:** negativo no eixo das abscissas (-) e negativo no eixo das ordenadas (-). Este quadrante representa a prática do professor quem não está preocupado em estimular a Criatividade e nem desenvolver atividades de Modelagem Matemática.
- **II Quadrante:** negativo no eixo das abscissas (-) e positivo no eixo das ordenadas. Este quadrante, por sua vez, representa a prática do professor preocupado em estimular a Criatividade e por isso busca favorecê-la na sala de aula, porém não utiliza atividades de Modelagem.
- **I Quadrante:** positivo no eixo das abscissas (+) e positivo no eixo das ordenadas (+). Por fim, neste quadrante se encontra a prática do professor que desenvolve atividades de Modelagem Matemática e se preocupa ao mesmo tempo com o desenvolvimento da criatividade.

É neste sentido, que acreditamos, que o modo de agir do professor baseadas nestas duas intenções – desenvolver atividades de Modelagem e estimular a Criatividade dos alunos (I Quadrante) – implicaram, na mediação das atividades, em uma nova postura decorrente desta combinação e essa postura, por sua vez,

⁴¹ Baseamos esta afirmação nos resultados da pesquisa de Pereira (2008, p. 95) a qual afirma que “a modelagem em si não propicia o desenvolvimento da criatividade dos estudantes. Para que a criatividade se manifeste é fundamental levar em conta vários aspectos como a disponibilidade do professor em favorecer a atividade, seus conhecimentos sobre a Educação Matemática e a Modelagem Matemática. A postura do professor em sala de aula é um fator extremamente relevante para propiciar o desenvolvimento da criatividade dos estudantes através da modelagem. Ele precisa conduzir a atividade de forma a dar liberdade aos educandos e incentivá-los para que prossigam no trabalho”.

favoreceu a ocorrência de novas manifestações de Criatividade, como, por exemplo, a flexibilidade de pensamento (primeira e segunda atividade) e a vinculação de habilidades do pensamento convergente com divergente (atividade de terceiro momento)

Dos resultados encontrados em nossas análises, foi possível observar que do uso pelo professor das estratégias de estímulo do pensamento criativo nas atividades de Modelagem Matemática, diferentes implicações foram constatadas, as quais sinalizam o favorecimento da aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento de diferentes habilidades criativas. Do uso destas estratégias nas atividades de Modelagem Matemática, algumas acabaram incidindo em maior grau referente às manifestações de Criatividade dos alunos, como, por exemplo, o uso da estratégia de alteração (Quadro 46). As outras estratégias, porém, ainda que tenham influenciado em menor grau a manifestação de Criatividade, serviram como ferramentas importantes que auxiliaram o professor e os alunos no desenvolvimento das atividades. Vale ressaltar, que a princípio, quando propomos o uso das três estratégias no desenvolvimento das atividades de Modelagem, não sabíamos qual delas teria maior potencial de estímulo e/ou favorecimento nas ações criativas dos alunos. Foi através deste estudo que conseguimos verificar muitos destes aspectos e com isso pudemos apontar as relações da prática empreendida com os objetivos que propusemos no início deste trabalho.

Para além das ações que foram empreendidas nesta dissertação, consideramos que, refletir sobre as intervenções do professor em práticas de Modelagem Matemática, acaba se tornando um aspecto relevante para futuras pesquisas, e isso se deve por acreditarmos que as diferentes abordagens feitas pelo professor em uma atividade de Modelagem podem repousar em novas reflexões metodológicas para a sala de aula, principalmente no que diz respeito as razões que sustentam a prática do professor que ensina com e por meio da Modelagem Matemática. Neste sentido, podemos apontar como sugestão de pesquisa as seguintes indagações: “o uso de estratégias de Criatividade pelo professor, resulta no uso pelos alunos destas estratégias em outras atividades?” ou ainda, “que intervenções do professor se associam ao desenvolvimento ou inibição da Criatividade em uma atividade de Modelagem Matemática?”

Diante das considerações apresentadas, chamamos a atenção para aspectos que ocorreram no desenvolvimento desta pesquisa, que por vezes figuraram como

limitantes e até mesmo como desafios para o pesquisador. O trabalho com um nível de ensino diferente da habilitação do professor e o fato da inclusão recentes de novos alunos na turma do 5º ano, figuram essas limitações. Ainda que tais aspectos pudessem não ocorrer se uma outra turma ou outro nível de ensino fossem escolhidos, somos conscientes da importância da vivência desses desafios pelo pesquisador, o qual pode aprender mais e amadurecer através da experiência.

No que concerne às diferentes possibilidades do uso da Modelagem Matemática para a Educação Básica, esta pesquisa, que se atentou para o desenvolvimento da Criatividade nas atividades Modelagem, mostra a possibilidade de diferentes encaminhamentos e estratégias para a sala de aula. Por isso, ao concluir este trabalho, desejamos que professores e pesquisadores da Educação Matemática deem novos rumos a esta pesquisa e com isso aproximem um pouco mais a Criatividade e a Modelagem com a sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, E. M. L. S. Um estudo de criatividade. **Arquivos brasileiros de psicologia aplicada**, Rio de Janeiro, p. 59-58, abr./jun 1974.
- ALENCAR, E. M. L. S. Efeitos de um programa de criatividade em alunos de 4^a e 5^a séries. **Arquivos brasileiros de psicologia aplicada**, Rio de Janeiro, p. 3-15, out/dez 1975.
- ALENCAR, M. E. S. Criatividade no Contexto Educacional: três décadas de Pesquisa. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 23, n. especial, p. 45-49, 2007.
- ALENCAR, E. S.; BRAGA, N. P.; MARINHO, C. D. **Como desenvolver o potencial criador**. 12 ed. ver. e atual. Petrópolis: Vozes, 2016.
- ALENCAR, E. E.; FLEITH, D. S. **Criatividade: múltiplas perspectivas**. 3 ed. 2^a reimpressão - Brasília: Universidade de Brasília, 2009.
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S. Contribuições Teóricas Recentes ao Estudo da Criatividade. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 01-08, jan/abr. 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-37722003000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em março de 2019.
- ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema**, n. 22, p. 19-35. Rio Claro, 2004.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P. Semiótica e as ações cognitivas dos alunos em atividades de modelagem matemática: um olhar sobre os modos de inferência. **Ciencia & Educação**, Bauru, v. 18, n. 3, p. 623-642, 2012.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1 ed. 2^a reimpressão – São Paulo: Contexto, 2016.
- ALMEIDA, L. M. W.; VERTUAN, R. E. Discussões sobre “como fazer” Modelagem Matemática na sala de aula. In: ALMEIDA, L. M. W.; ARAÚJO, J. L.; BISOGNIN, E. (Org.) **Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática: relatos de experiências e propostas pedagógicas**. Londrina: Eduel, p. 19-43, 2011.
- ALMEIDA, L. M. W.; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática na Educação Básica. In: ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P. (Orgs). **Modelagem Matemática em foco**. Rio de Janeiro :Ciência Moderna, 2014.
- AMARAL, N. A. R. **A Criatividade Matemática no contexto de uma competição de resolução de problemas**. 2016. 453f. Tese (Doutorado) – Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

ANTUNES, C. **A criatividade na sala de aula**. 2 ed. Vozes: Petrópolis, 2004.

ARAÚJO, J. L. Uma abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria**, Florianópolis, SC, v.2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009.

AULETE. **Dicionário online**, 2019. Disponível em: <www.aulete.com.br> Acesso em março de 2019.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e a perspectiva sócio-crítica. In: II Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 2003, Santos. **Anais do II SIPEM**, São Paulo, 2003.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática na sala de aula. In: VIII Encontro Nacional de Educação Matemática. p. 1-10. Recife. 2004. **Anais do VIII ENEM**, 2004.

BARBOSA, J. C. Integrando Modelagem Matemática nas práticas pedagógicas. **Educação Matemática em Revista**. Cidade, p. 1-10, mar. 2009.

BASSANEZI, R. C. **Modelagem Matemática: teoria e prática**. São Paulo: editora Contexto, 2015.

BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria: Revista de Educação em ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 07-32, jul 2009.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 5. Ed., 5ª reimpressão, São Paulo: Contexto, 2016.

BLUM, W.; NISS, M. Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects-states, trends and issues in mathematics instruction. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 22, n. 1, p 37-68, 1991.

BLUM, W.; FERRI, R. B. Mathematical Modelling: Can it be taught na laarnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*. Blumenal, v.1, n. 1, p. 45-58, 2009

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994

BORSSOI, A. H. **A aprendizagem significativa em atividades de Modelagem Matemática como estratégia de ensino**. (2004). Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

BRANDT, C. F. Um ensaio sobre a Complexidade, a Criatividade e as Representações Semióticas em uma atividade de Modelagem Matemática. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. (Orgs.). **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações** [online] 2 ed. ver. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016, p. 163-181.

BRASIL. Casa Civil. (2010). **Decreto nº 7.352, de 4 de novembro de 2010**, que dispõe sobre a política da educação no campo e o Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária – PRONERA

BURAK, D. Modelagem Matemática e a sala de aula. In I Encontro Paranaense de Modelagem Matemática na Educação Matemática. p. 1-10. Londrina, 2004. **Anais do I EPMEM**, 2004.

BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem na Educação Matemática**. n. 1, v. 1, p. 10-27, Cidade, 2010.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática: Um Outro Olhar. **Alexandria: Revista De Educação Em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 33-54, 2009.

CARVALHO, A. T. **Relações entre criatividade, desempenho escolar e clima para criatividade nas aulas de matemática de estudantes do 5º ano do ensino fundamental**. 2015. 132f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

CASTRO, E. M. V. **Procedimentos dos alunos associados às suas ações cognitivas em atividades de modelagem matemática**. 2017. 111f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Estadual do Centro- Oeste, Guarapuava, 2017.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Creativity**. Nova York: Haper Collins, 1996.

Dal PASQUALE JUNIOR, M. L. **Criatividade e Geração de ideias em atividades de Modelagem Matemática**. 2019. 195f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Educação em ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

DICK, et al. 2014. Investigação Matemática: uma metodologia para o ensino fundamental. **Revista destaques acadêmicos**. Lajeado, v.6, n. 4, p. 1-18, 2014. Disponível em: <http://www.univates.com.br/revistas/index.php/destaques/article/view/432>. Acesso em: abril de 2020.

FARIAS, M. P. **Criatividade em Matemática: Um modelo preditivo considerando a percepção de alunos do ensino médio acerca das práticas docentes, a motivação para aprender e o conhecimento em relação à matemática**. 2015. 75f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FONSECA, M. G. **Construção e validação de instrumento de medida de criatividade no campo da matemática para estudantes concluintes da educação básica**. 2015. 104f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FONTANINI, M. L. C. **Modelagem Matemática X Aprendizagem Significativa: Uma investigação usando Mapas Conceituais**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, 2007.

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. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

FREDJ, P.; GEIGER, V. A Reflection on Mathematical Modelling and Applications as a Field of Research: Theoretical Orientation and Diversity. In: STILLMAN, G. A.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. (Org.) **Mathematical Modelling in Education Research and Practice: cultural, social and cognitive influences**. New York: Springer, 2015, p.161-171.

GONTIJO, C. H. Estratégias para o desenvolvimento da criatividade em Matemática. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 12, n. 23, p. 229-244, jul/dez 2006.

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.

_____ et al. **Criatividade em Matemática: conceitos, metodologias e avaliação**. Brasília: editora UNB, 2019.

HADAMART, J. **Psicologia da invenção na Matemática**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. – Rio de Janeiro: Contraponto, 2009.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **ZDM – The International Journal on Mathematics Education**, vol. 38, n. 3, p. 302-310, 2006.

KLÜBER, T. E; BURAK, D. **Modelagem Matemática: pontos que justificam sua utilização no ensino**. In: IX ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, Belo Horizonte, MG. Anais... Belo Horizonte: UNI-BH, 2007. p 1-19.

LÜDKE, M.; ANDRE, M. E. D. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, M. A. O Mestrado (profissional) em ensino. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**. V. 2, p. 24-29, 2005. Disponível em <<http://www.capes.gov.br/publicacoes/rbpg>>. Acesso em jun. 2018.

_____ ; NARDI, R. O mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos. **Revista Brasileira de Ensino ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 2, n. 3, p. 1-9, 2009. Disponível em <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/549/398>> Acesso em jun. 2018.

OTAVIANO, A. B. N. **Percepção de alunos do ensino médio quanto ao estímulo à criatividade por seus professores e motivação em matemática**. 2009. 72f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2009.

PALMA, R. M. **Manifestações da Criatividade em Modelagem Matemática nos Anos Iniciais**. 2019. 117f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina/Cornélio Procópio, 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.

PEREIRA, E. Modelagem Matemática e Resolução de Problemas como potencializadoras da criatividade no ensino de Matemática. In: XI Encontro Nacional de Educação Matemática. p. 1-13. Curitiba, 2013. **Anais** do XI ENEM, 2013.

PEREIRA, E. A Modelagem Matemática e o papel do professor de Matemática para o desenvolvimento da Criatividade. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. Orgs. **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações** [online] 2 ed. ver. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016, p. 201-212.

PINHEIRO, S. C. C. **A Criatividade na Resolução e Formulação de Problemas: uma experiência didática numa turma do 5º ano de escolaridade**. 2013. 199f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Educação, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo – Portugal, 2013.

PRIBERAM. **Dicionário online**, 2019. Disponível em: <dicionario.priberam.org> Acesso em março de 2019.

SETTI, E. J. K.; VIANA, E. R.; VERTUAN, R. E. Criatividade na Educação Matemática: o que se mostra dos trabalhos publicados no XII ENEM. In: XIII Encontro Nacional de Educação Matemática. p. 1-15. Cuiabá, 2019. **Anais** do XIII ENEM, 2019.

SILVA, A. G. O. **Modelagem Matemática: uma perspectiva voltada para a educação matemática crítica**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e de Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

SILVA, K. A. P. **Modelagem Matemática e Semiótica: algumas relações**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

SILVA, C.; ALMEIDA, L. M. W. **Indicativos de Aprendizagem Significativa em atividade de Modelagem Matemática**. In: X Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15, Maringá, 2017, **Anais** da X CNMEM, 2017.

VASCONSELOS, M. C. **Um estudo sobre o incentivo e o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos através da estratégia de resolução de problemas**. 2012. 81f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

VERONEZ, M. R. D.; CASTRO, E. M. V. Intervenções do professor em atividades de modelagem matemática. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, n. 3, p. 431-450, maio/jun. 2018.

VERTUAN, R. E. **Práticas de monitoramento cognitivo em atividades de modelagem matemática**. 2013. 248f; Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

VERTUAN, R. E.; ALMEIDA, L. M. W. Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro - SP, v. 30, n. 56, p. 1070-1091, 2016.

VERTUAN, R. E.; ROBIM, B. N. P. A. S. O Momento da elaboração de uma questão em Modelagem Matemática e o monitoramento cognitivo. In: ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P. (Orgs). **Modelagem Matemática em foco**. Rio de Janeiro :Ciência Moderna, 2014.

VERTUAN, R. E.; SETTI, E. J. K. Criatividade e Modelagem Matemática: o que dizem alunos egressos de um curso de Licenciatura em Matemática sobre suas formações iniciais. In: VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. p. 1-16. Foz do Iguaçu, 2018. **Anais** do VII SIPEM, 2018.

VIANA, et al. Aspectos de Criatividade no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática. In: XV Encontro Paranaense de Educação Matemática. p. 1-12. Londrina, 2019. **Anais** do XV EPREM, 2019.

VIANA, E. R.; SILVA, K. A. P.; VERTUAN, R. E. Alimentação saudável: uma experiência com modelagem matemática nos anos iniciais: In: VIII Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática, **Anais...** Cascavel – PR, p. 1-13, out. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO



RUA: ANDRÉ PEREIRA DE CARVALHO, 260. FONE: (42) 9 8846 – 6984 email: escolamruppel@gmail.com ORTIGUEIRA – PR.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Eu, _____, RG N° _____, CPF N° _____, AUTORIZO o pesquisador Elvis Ricardo Viana, de documentos n° _____ e _____, acadêmico do Programa de Pós Graduação em Ensino de Matemática – PPGMAT, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina/Cornélio Procópio, de matrícula n° 1943880, sob orientação do Professor Dr. Rodolfo Eduardo Vertuan, a realizarem atividades de Modelagem Matemática sob responsabilidade do acadêmico, no qual os dados da pesquisa serão coletados por fotos, registros escritos e gravação de áudio, com os alunos do 5ºAno, para a realização do Projeto de Pesquisa “ **Estratégias de Estímulo do Pensamento Criativo em Atividades de Modelagem Matemática**” que tem por objetivo primário investigar aspectos de criatividade no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática.

Ortigueira, 04 de abril de 2019

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Tendo em vista o desenvolvimento da pesquisa “ **Estratégias de estímulo do pensamento criativo em atividades de Modelagem Matemática**”, sob responsabilidade de Elvis Ricardo Viana, (42) 98825-1194, estudante do Programa de Mestrado Profissional em Ensino da Matemática, UTFPR, Câmpus Londrina/Cornélio Procópio, gostaria de contar com sua autorização para a participação do menor sob sua responsabilidade na referida pesquisa. A participação do aluno se dará com o desenvolvimento (resolução) de atividades matemáticas escritas com registros de fotos e áudio.

Esclareço que a participação é voluntária, podendo o aluno: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo ao aluno em sua turma regular. Esclarecemos, também, que as informações recolhidas durante o período de pesquisa, serão utilizadas somente para os fins de pesquisa acadêmica e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade.

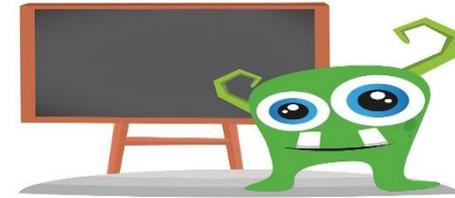
Autorização

Eu, _____, RG _____, responsável pelo menor/aluno _____, estudante do 5º ano do Ensino Fundamental, da Escola Municipal Antônio Ferreira Ruppel, tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em autorizar a participação do menor/aluno cujo nome está acima, a participar voluntariamente da pesquisa. Autorizo, por meio do presente termo, que o professor Elvis Ricardo Viana (42) 98825-1194 estudante do Programa de Mestrado Profissional em Ensino da Matemática, UTFPR, Câmpus Londrina/Cornélio Procópio, utilize integralmente ou em partes os registros (escritos, fotografias, áudios) para fins de pesquisa acadêmica, podendo divulgá-los em publicações científicas, com a condição de que estará garantido o direito ao anonimato.

Assinatura: _____ Data: _____

APÊNDICE C – FOLHA DE ATIVIDADES: QUANTAS VEZES PISCAMOS AO DIA

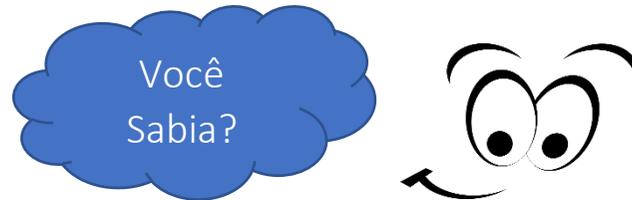
Integrantes do Grupo:



Você sabia que o nosso corpo é uma máquina cheia de curiosidade?

Você sabia que o coração bombeia cerca de 5 litros de sangue por minuto, ou seja, 7.200 litros por dia, mais de 2,5 milhões de litros a cada ano ou 184 milhões de litros até os 70 anos de idade? Ou mesmo que nosso *sangue*, na aorta (veia do nosso corpo) ao sair do coração se move a incríveis 108 km/h? (fonte: <https://projetomedicina.com.br/artigos/curiosidades-sobre-o-corpo-humano/>).

Outra parte do nosso corpo muito interessante são os nossos olhos, e eles são uma supermáquina!

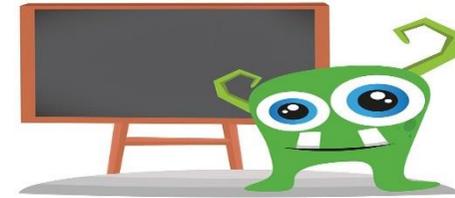


As lágrimas, produzidas a todo o momento pelas glândulas lacrimais, são extremamente importantes para a lubrificação constante dos olhos. Quando piscamos, esse líquido é espalhado por todo o olho, permitindo a lubrificação do mesmo, além de proporcionar uma limpeza natural da córnea. (Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/curiosidades/por-que-piscamos.htm>)

Vamos investigar?
Quantas vezes nós piscamos ao dia?

APÊNDICE D – FOLHA DE ATIVIDADES DO IOGURTE

Integrantes do Grupo:



Vamos fazer iogurte?

Você sabia que podemos fazer iogurte de forma saudável em nossa própria casa?

Existem vários tipos de microrganismos que são utilizados na fabricação de iogurtes, dentre eles o mais popular é o Kefir?

Mas o que é o Kefir?

Também conhecido como “quefir”, cogumelo tibetano, típico, plantas de iogurte e cogumelo de iogurte, o kefir é um leite fermentado produzido a partir da ação dos micro-organismos presentes naturalmente nos grãos de kefir. Sua origem remonta às montanhas do Cáucaso, há séculos. O termo kefir vem do eslavo “keif”, que significa bem-estar ou bem viver.



Para produzir kefir é necessário possuir os grãos de kefir, por isso é comum a doação dos grãos pelas pessoas que produzem. Esses grãos devem ser imersos em um substrato, que pode ser leite [de vaca, cabra, ovelha ou búfala], água com açúcar mascavo ou sucos, mas as formas mais comuns são pelo cultivo em leite ou água com açúcar. A proporção indicada é de uma colher de sopa de grãos de kefir para cada meio litro de líquido. Indica-se que a mistura seja colocada em um pote de vidro, que não deve ser tampado, apenas coberto por um pano ou guardanapo e mantida a temperatura média de 20°C a 37°C. (FONTE:

<https://www.natue.com.br/natuelife/o-que-e-kefir-e-como-fazer.html>)

Vamos investigar?

O que posso investigar com meus amigos sobre o Kefir?

APÊNDICE E – FOLHA DE REGISTROS DA ATIVIDADE DO IOGURTE

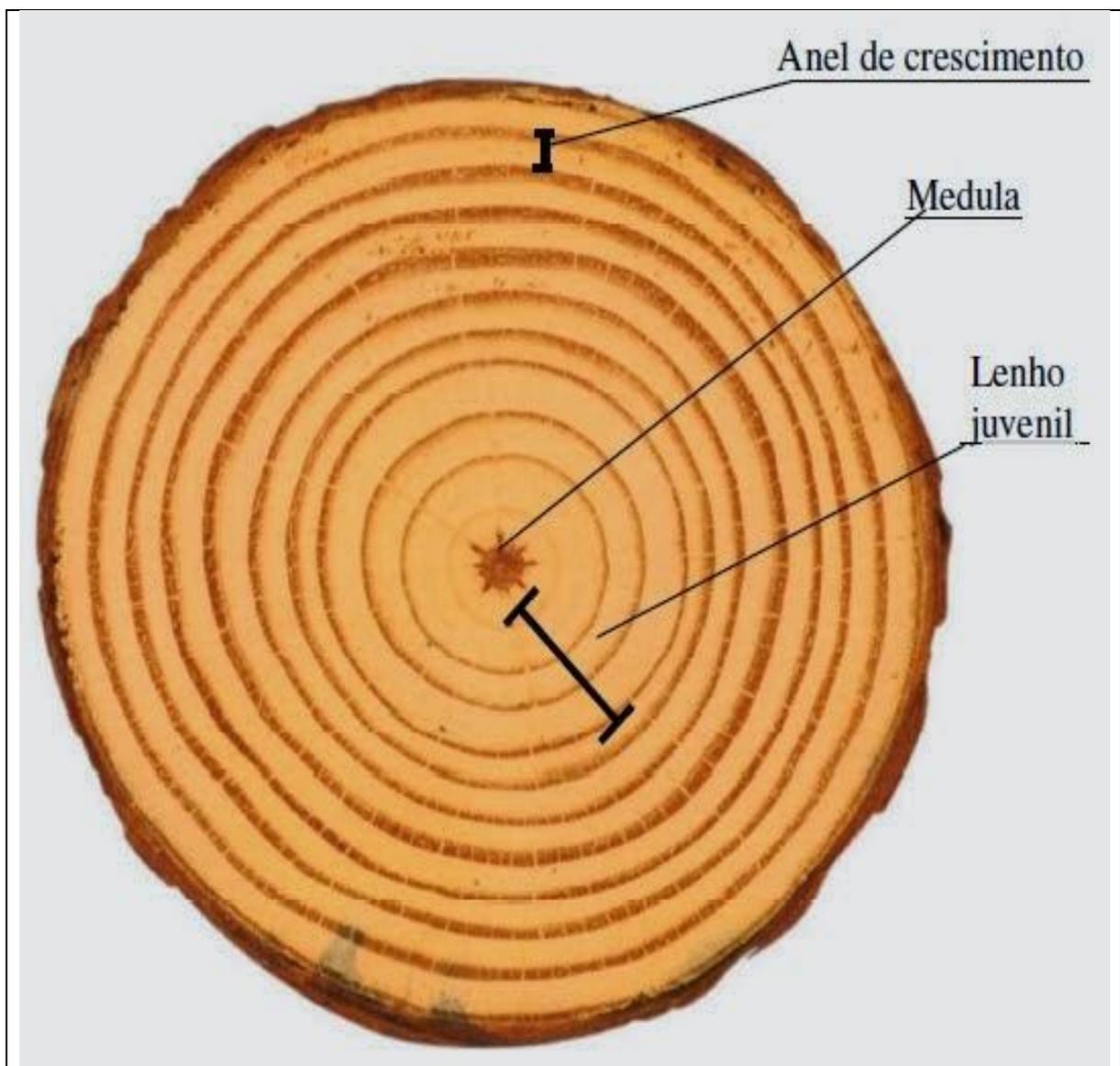
Nome dos participantes
Nome escolhido pelo grupo:
 Grupo, escreva aqui qual problema que a classe escolheu para investigar 

Descreva neste espaço a resolução do problema

APÊNDICE F – INFORMATIVO SOBRE DENDROCRONOLOGIA

VOCÊ SABE O QUE É DENDROCRONOLOGIA?

A dendrocronologia é uma técnica de datação que se baseia nos anéis de crescimento das árvores. Estes anéis são bem distintos nalgumas árvores que crescem em zonas de clima temperado, com estações do ano bem definidas e resultam da variação da velocidade de crescimento do tronco ao longo do ano.



Fonte do texto: <https://www.ccvfloresta.com/dendrocronologia>

Fonte da imagem: <https://antoniocv.wordpress.com/2015/09/01/os-metodos-de-datacao-em-historia/>

APÊNDICE G – FOLHA DE VALIDAÇÃO ATIVIDADE DE TERCEIRO MOMENTO

Nome do Grupo: _____

Você sabia que se pode estimar a idade de uma árvore sem precisar derrubar ou cortar seu tronco?

Uma maneira que podemos fazer essa estimativa é seguindo dois passos:

1º: medir a circunferência do tronco aproximadamente a 1m de altura do chão, usando uma fita métrica.

2º conta-se a idade da árvore considerando que a cada 2,5 cm da circunferência equivale a 1 ano de idade da árvore, ou seja, dividimos o tamanho da circunferência por 2,5.

Agora vamos comparar a resolução do teu grupo com as informações que acabamos de conhecer?

Circunferência da árvore	Cálculo da idade feita pelo grupo	Circunferência da árvore	Cálculo pelo modelo dos dois passos

APÊNDICE H – TRABALHOS PUBLICADOS NA XI CNMEM QUE RETRATAM PRÁTICAS EM ALGUM NÍVEL DE ENSINO

ABADI, M. B. V. *et al.* Uma atividade de modelagem matemática na perspectiva de professores aprendizes. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-12. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

AGUIAR, M. K. S.; MALHEIROS, A. P. S. Modelagem matemática no ensino fundamental: uma possibilidade para as aulas de matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-11. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

ARAKI, P. H. H.; SILVA, K. A. P. Mobilizações de recursos semióticos por alunos nos diferentes momentos de familiarização com modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

BARROS, M. C.; MELO, P. A. P.; KATO, L. A. O uso do registro gráfico em uma atividade de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

BASTOS, T. A.; ROSA, M. Uma experiência de modelagem matemática no desenvolvimento de conceitos de análise combinatória. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

BENTO, L. F.; LIMA, R. C. Um relato de experiência sobre a modelagem matemática: aspectos vivenciados em sala de aula. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-10. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

BONOTO, D. L.; SCHELLER, M. Cubagem de madeira com professores de matemática em serviço. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

CAMPOS, A. C. F.; SANT'ANA, M. F. Modelagem matemática em duas disciplinas da licenciatura em matemática da UFRGS: uma análise por meio dos conceitos de classificação e enquadramento. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

CARDOSO, V. C.; KATO, L. A. Modelagem matemática como competência para resolver problemas de matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-10. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

CARUZO, A. A.; VERONEZ, M. R. D. Os interpretantes em uma atividade de modelagem matemática mediada pela tecnologia. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-12. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

CARVALHO, D. S. Modelagem matemática e as seis ações das atividades de estudo de Davydov. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-11. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

CERON, C. G. S.; BORSSOI, A. H. O crescimento do pé de feijão: uma atividade de modelagem nos anos iniciais. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

CHAVES, R. et al. Etapas da modelagem a partir da animação “procurando nemo”. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

DALVI, S. C.; REZENDE, O. L. T.; LORENZONI, L. L. Modelagem matemática na perspectiva sociocrítica e representação semiótica: contribuições para a aprendizagem do conceito de número racional. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

DUARTE, M. A.; CORTAT, K. A.; SAD, L. A. Entrelaces entre modelagem matemática e educação estatística: uma experiência no IFES. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-12. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

DUARTE, M. A.; PAGUNG, N. M. D.; CHAVES, R. Modelagem matemática e dialogicidade: uma parceria para as competências estatística - coleta, análise e reflexões de dados. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

DUTRA, E. D. R.; OREY, D. C.; ROSA, M. Conexões entre a modelagem matemática e a etnomatemática por meio da cultura cafeeira: uma perspectiva de etnomodelagem. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

FERREIRA, N. S.; ROCHA, M. D. Modelagem matemática no ensino médio: relato de uma experiência para desenvolver competências essenciais da BNCC. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

FORNER, R. Um diálogo às escuras: reflexões sobre o desenvolvimento de atividades de modelagem na EJA. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

FREITAS, W. S. O desenvolvimento de um projeto de modelagem e sua relação com as preocupações da educação matemática crítica. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais da XI CNMEM**, 2019.

GIRALDI, O. C. P.; SANT'ANA, A. A. A matemática em todo o lugar: uma experiência em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais da XI CNMEM**, 2019.

GOMES, J. C. S.; OMODEI, L. B. C.; ALMEIDA, L. M. W. Formação inicial em modelagem matemática: uma análise de ciclos elaborados por futuros professores. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais da XI CNMEM**, 2019.

GONÇALVES, J. C.; NEGRELLI, L. G. Modelagem matemática na sala de aula da EJA: uma experiência significativa para a formação do professor. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais da XI CNMEM**, 2019.

GOULART, T. C. K.; ALMEIDA, L. M. W. Modos de uso da tecnologia digital em atividades de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-16. Belo Horizonte, 2019. **Anais da XI CNMEM**, 2019.

JUNIOR, J. P. C. O.; BORSSOI, A. H.; SILVA, K. A. P. Estruturação de uma unidade de ensino potencialmente significativa integrada a uma atividade de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais da XI CNMEM**, 2019.

JUNIOR, N. R. C.; BORBA, M. C. Modelagem com vídeos digitais: reflexões a partir de um relato. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais da XI CNMEM**, 2019.

KOGA, T. M.; SILVA, K. A. P. Estratégias heurísticas reveladas pelos signos em uma atividade de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais da XI CNMEM**, 2019.

KOWALEK, R. M.; CASTRO, E. M. V. Diferentes resoluções para um mesmo problema em atividades de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais da XI CNMEM**, 2019.

KOWALEK, R. M.; VELEDA, G. G. Uma prática com modelagem matemática no ciclo de alfabetização: um olhar para os objetivos de aprendizagem. In: XI Conferência

Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-16. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

LIMA, A. A. M.; MEDEIROS, K. M. Somos o que comemos: percebendo a matemática no cotidiano. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

LIMA, L. R.; KMITA, D. J.; PEREIRA, E. As impressões de uma primeira experiência com a modelagem matemática nos anos iniciais. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

LIMA, T. S.; LORENZONI, L. L.; REZENDE, O. L. T. Reflexos da construção de um ambiente de aprendizagem baseado na modelagem matemática no desenvolvimento do autoconceito acadêmico em matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

LOVO, E. S.; DALTO, J. O.; SILVA, K. A. P. Modelagem matemática com professoras dos anos iniciais do ensino fundamental: relato de uma experiência. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-11. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

MARTINS, B. O. et al. O uso da estatística em uma atividade de Modelagem Matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

MELO, L. M.; CAMARGOS, B. R. Taxa de analfabetismo e educação a distância: relato sobre dois modelos obtidos em experiências com modelagem matemática em um curso de licenciatura. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

MENDES, T. F. et al. Projeto de desenvolvimento de produto em uma atividade de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-11. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

MENEZES, R. O. BNCC e modelagem matemática: relato de uma atividade desenvolvida com uma turma de 6º ano do ensino fundamental. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-7. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

MESQUITA, A. P. S. S.; OREY, D. C. Pensando a produção de lixo em comunidades periféricas: uma abordagem crítica-dialógica. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

NASCIMENTO, A. C. A. S.; REZENDE, O. L. T.; LORENZONI, L. L. Os atos dialógicos do modelo CI na análise dos conhecimentos prévios de probabilidade em uma atividade de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

NUNOMURA, A. R. T. et al. O uso de agrotóxicos na plantação de milho: uma atividade de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-12. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

NUNOMURA, A. R. T.; SILVA, K. A. P.; PIRES, M. N. M. Pintar o pátio da escola: uma experiência com modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

OMODEI, L. B. C.; ALMEIDA, L. M. W. Formação inicial de professores em modelagem: reflexões acerca de respostas de estudantes de licenciatura em matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

OSTI, M. F.; SILVA, J. N. D. Percalços encontrados no desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática em uma escola do campo. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-11. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

PEREIRA, A. P. S.; CARDOSO, V. C. Competências desenvolvidas durante uma tarefa de modelagem matemática envolvendo o conceito de função afim: uma experiência em uma turma da 1ª série do ensino médio. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

PEREIRA, E.; KLÜBER, T. E. Modelagem Matemática em sala de aula: entre dificuldades e potencialidades formativas. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

PETRY, P. P. C.; MEDEIROS, K. M. A modelagem matemática numa experiência didática com futuros professores da UNEMAT: aplicação da integral definida de uma variável. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-10. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

PINHEIRO, G. S.; SANT'ANA, M. F. Modelagem matemática, jogos e pedagogia da pergunta: um caso de inclusão. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

PINTO, T. F. et al. Entre planejar e executar atividades de modelagem: as contribuições em um grupo colaborativo. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

RAMOS, D. C.; ALMEIDA, L. M. W. O fazer modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

REHFELDT, M. J. H. et al. Matemática na exploração de um conceito da física: as possibilidades do uso dos softwares excel e geogebra na obtenção do modelo matemático. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

REZENDE, M. F.; FADIN, C.; TORTOLA, E. Investigando padrões em atividades de modelagem matemática na educação infantil. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-16. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

ROCHA, R. A. R.; VIANA, E. R.; BIAZON, C. M. S. Alta no preço dos combustíveis: um olhar crítico via modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

ROCHA, R. A. R.; SILVA, K. A. P. Signos interpretantes no processo de comunicação em uma atividade de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

SANTOS, L. C.; BORSSOI, A. H. Uma atividade de modelagem matemática: discussões a partir de uma antecipação. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

SANTOS, M. L. et al. Trabalhando otimização na sala de matemática no ensino médio: a fila de cirurgias. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

SANTOS, R. A. et al. Contextualizando o cálculo diferencial e integral: uma experiência ancorada na modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

SANTOS, T. F.; CASSOLI, C. B. A.; BRAZ, B. C. “Quanta pele você tem?” Relato de uma experiência com a modelagem matemática nos anos iniciais. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-12. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

SEKI, J. T. P. et al. Modelagem matemática e matemática fuzzy para a abertura de um empreendimento. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

SHIPANSKI, A. F. S.; KOWALEK, R. M.; JOCOSKI, J. Modelagem Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: aspectos positivos e negativos durante a prática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

SILVA, C.; OLIVEIRA, A. F.; JERONIMO, L. S. Uma atividade de modelagem matemática utilizando o software tracker. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-7. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

SOUZA, B. N. P. A.; ALMEIDA, L. M. W. Regras, convenções e o uso da matemática em atividades de modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

SOUZA, E. M. P.; REZENDE, O. L. T. Proposta de uma atividade de modelagem matemática na perspectiva sociocrítica sobre números racionais no ensino fundamental visando uma aprendizagem significativa e reflexiva. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

TEODORO, F. P.; KATO, L. A. A prática pedagógica com modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental segundo os trabalhos da X CNMEM. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-15. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

VARGAS, A. F.; BISOGNIN, E. A modelagem matemática na perspectiva da educação do campo: uma proposta de ensino. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-13. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

VARGAS, D. E. C. Otimização de recursos e gerenciamento de estoque: um relato de experiência com modelagem. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-11. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

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

VIDOTTI, D. B.; KATO, L. A. O uso de erros matemáticos ocorridos no desenvolvimento de uma atividade de modelagem como um incentivo para novas

descobertas. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

ZAMPIROLI, A. C.; KATO, L. A. Ensino de matemática na educação infantil: uma experiência por meio da modelagem matemática. In: XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. p. 1-14. Belo Horizonte, 2019. **Anais** da XI CNMEM, 2019.

APÊNDICE I – PRODUTOS EDUCACIONAIS ANALISADOS

P01 – OBERZINER, A. P. B. Ensino de Matemática no curso de Arquitetura: uma proposta por meio de modelação matemática. **Produto Educacional** – Programa de Pós- Graduação em Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2012.

P02 – FEYH, C. R. N. Modelagem Matemática com saberes do Campo: ensino com pesquisa. **Produto Educacional** - Programa de Pós- Graduação em Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2013.

P03 – ROMAIS, C. Modelagem nas Ciências e Matemática como método de ensino com pesquisa no ensino médio: valoração a saúde. **Produto Educacional** - Programa de Pós- Graduação em Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2013.

P04 – KORB, K. R. S. Modelagem Matemática no ensino médio: um olhar sobre a necessidade de aprender matemática. **Produto Educacional** - Programa de Pós- Graduação em Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2010.

P05 – PEREIRA, E. O. Educação estatística em um ambiente de Modelagem Matemática. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Vitória, 2015.

P06 – PINTO, A. H. A Modelagem Matemática na construção do conceito de função. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Vitória, 2016.

P07 – PAGUNG, C. M. D. Construção do conceito de função: uma experiência de Modelagem Matemática. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Vitória, 2016.

P08 – OLÁRIO, E. M. V. Contribuições do AVA-MOODLE para uma atividade de Modelagem Matemática: da construção da sala à interação com os alunos. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Vitória, 2017.

P09 – NASCIMENTO, R. D. A temperatura elevada da sala de aula: uma experiência via Modelagem Matemática. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Vitória, 2017.

P10 – DALVI, S. C. A Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica e os registros de representação semiótica na formação do conceito de número racional. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Vitória, 2018.

P11 – TIAGO, G. M. Uma proposta de ensino de logaritmos utilizando conceitos de Modelagem Matemática. **Produto Educacional** – Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. São Paulo, 2016.

P12 – MAUÉS, J. A. Construindo aplicativos para geometria analítica no App Inventor. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade do Estado do Pará, Belém, 2017.

P13 – MELO, E. V. Aprendizagem de funções trigonométricas através do *software* GeoGebra aliado à Modelagem Matemática. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2016.

P14 – ABREU, L. L. B. Modelagem Matemática: um possível caminho para o trabalho com funções afins. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2011.

P15 – CANEDO JUNIOR, N.R. Modelagem na educação básica: uma possibilidade para a sala de aula de matemática. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014.

P16 – BRUMANO, C. E. P. A Modelagem Matemática como metodologia para o estudo de análise combinatória. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

P17 – CORTES, D. P. O. Etnomodelos como uma ação pedagógica: sugestões para a prática docente em sala de aula. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

P18 – PEREIRA, L. D. As formas geométricas de nossa cidade: um projeto de Modelagem Matemática para o 2º ano do ensino médio. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

P19 – FREITAS, J. F. R. B. As dimensões crítica e reflexiva da Modelagem Matemática no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) em cursos de Licenciatura em Matemática na modalidade a distância. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

P20 – CAMPOS, D. G. Desenvolvendo posturas críticas nos estudantes: uma atividade de Modelagem Matemática. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

P21 – NOGUEIRA, L. C. P. Atividades de Modelagem Matemática para o 9º ano do ensino fundamental. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

P22 – VIDIGAL, N. Atividades de Modelagem para o desenvolvimento da criticidade e criatividade. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

P23 – ASSIS, L. A Modelagem Matemática em sala de aula: reflexão com base em experiências realizadas. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

P24 – FERREIRA, N. S. Abordagens do conceito de função em ambientes de Modelagem Matemática com uso de tecnologias. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

P25 – MELILLO, C. R. Futebol: entram em campo a Modelagem Matemática e o método de caso. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

P26 – ABREU, G. O. C. Projetos de Modelagem Matemática envolvendo funções para os ensino fundamental e médio: cenários de investigação a partir da temática “transporte público”. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

P27 – BUENO, V. C. Modelagem Matemática: quatro maneiras de compreendê-la. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

P28 – RANGEL, W. S. A. Projetos de Modelagem Matemática e sistemas lineares para os ensino superior e médio. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

P29 – ANJOS, R. V. Um estudo de caso sobre uma possibilidade para o ensino de Matemática na EJA juvenilizada. **Produto Educacional** - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

P30 – MACHADO, M. B. Modelagem Matemática como ambiente de aprendizagem de estatística na educação básica. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

P31 – MELLO, J. A. A Modelagem Matemática na perspectiva sócio-crítica como possibilidade de reflexão sobre a matemática no cotidiano. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

P32 – LIMA, M. A. O conceito de sustentabilidade em ambientes de Modelagem Matemática. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

P33 – MATTÉ, I. Modelagem Matemática e sensores de temperatura na escola técnica. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

P34 – ROCHA, J. Modelagem Matemática com fotografias. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

P35 – BOSSLE, R. Z. Modelagem Matemática no projeto de um ginásio escolar. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

P36 – MEIER, M. Modelagem Geométrica e o desenvolvimento do pensamento matemático no ensino fundamental. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

P37 – SCHELLER, M. Modelagem Matemática na iniciação científica: contribuições para o ensino médio técnico. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

P38 – BARRETO, M. M. Matemática e educação sexual: modelagem do fenômeno da eliminação/absorção de anticoncepcionais orais diários. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

P39 – MENDELEZ, T. T. A Matemática utilizada na manutenção de uma propriedade rural autossustentável. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

P40 – BOIAGO, C. E. P. Área de figuras planas: uma proposta de ensino com Modelagem Matemática. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2015.

P41 – AMORIM, L. G. K. M. Interdisciplinaridade, Modelagem Matemática, Tecnologias e escrita no ensino e aprendizagem de função do 1º grau. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2016.

P42 – OLIVEIRA, D. Modelagem Matemática com estudantes cegos: manual de práticas didáticas. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade do Centro-Oeste, Guarapuava, 2016.

P43 – BELO, C. B. Atividades de Modelagem Matemática na educação infantil: contribuições para a formação de conceitos. **Produto Educacional** – Programa de

Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade do Centro-Oeste, Guarapuava, 2016.

P44 – CASTRO, E. M. V. Atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas por alunos de 8º ano do ensino fundamental de uma escola do campo. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade do Centro-Oeste, Guarapuava, 2017.

P45 – HUF, S. F. Modelagem Matemática no 9º ano do ensino fundamental: uma perspectiva para o ensino e a aprendizagem. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade do Centro-Oeste, Guarapuava, 2016.

P46 – KOMAR, M. F. C. Proposta metodológica da Modelagem Matemática na educação básica. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade do Centro-Oeste, Guarapuava, 2017.

P47 – SETTI, E. J. K. Modelagem Matemática no curso técnico de informática integrado ao ensino médio: um trabalho interdisciplinar. **Produto Educacional** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina/Cornélio Procópio, 2017.