



Constituição da ação criativa em Modelagem Matemática

Constitution of creative action in Mathematical Modeling

Elenice Josefa Kolancko Setti¹

Rodolfo Eduardo Vertuan²

Resumo

Este artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa qualitativa que objetivou compreender como se constitui a ação criativa de um grupo de estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública do oeste paranaense, ao lidar com atividades de Modelagem no contexto da disciplina de Modelagem Matemática I³. A partir das transcrições de gravações de um grupo durante o desenvolvimento das atividades, selecionamos excertos que apresentavam indícios da constituição da ação criativa; em seguida, tecemos constatações e sínteses para a construção de categorias. Com base nas análises de uma das categorias, verificou-se que as ações criativas se constituem por intervenções e elementos que funcionam ora como gatilhos iniciais, ora como gatilhos de criação e ora como intervenções inibidoras.

Palavras-chave: Educação Matemática; Psicologia Cultural da Criatividade; Criatividade nos processos de ensino e de aprendizagem.

Abstract

This paper presents results of a qualitative research in which we aimed to understand how the creative action occurs in Mathematics students dealing with Modeling activities in the context of a Mathematical Modeling I course offered in public university in western Paraná. The selected group was recorded during the development of the activities. We selected the excerpts of such transcriptions that indicated creative action constitution, which based our findings and synthesis, and then used to build categories. By analyzing one of the categories, we conclude that creative actions are formed by interventions and other elements that operate as initial triggers, creative triggers, or as inhibiting interventions.

Keywords: Mathematics Education; Cultural Psychology of Creativity; Creativity in teaching and learning processes.

Introdução

Criatividade é um conceito que tem sido utilizado em diferentes contextos, tais como

Submetido em: 31/01/2023 – **Aceito em:** 23/08/2023 – **Publicado em:** 24/10/2023

¹ Doutora em Educação em Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste. Professora do Instituto Federal do Paraná - IFPR, campus Assis Chateaubriand, Brasil. Email: elenice.setti@ifpr.edu.br. <https://orcid.org/0000-0002-3170-3396>.

² Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina – UEL. Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Toledo, Brasil. Email: rodolfovertuan@utfpr.edu.br. <https://orcid.org/0000-0002-0695-3086>.

³ Este artigo é um recorte do relatório da pesquisa de doutorado da primeira autora, sob orientação do segundo autor.

empresarial, cultural e educacional. Geralmente, ela está associada à inovação e à resolução de problemas e por isso tem sido considerada uma competência importante no século XXI, frente aos desafios e ao desenvolvimento dinâmico das diferentes áreas. Na área da Educação, principalmente nos últimos anos, é possível perceber movimentos de valorização de metodologias que favorecem as ações criativas dos estudantes e contribuem para a formação de sujeitos criativos.

Alencar, Braga e Marinho (2016) afirmam que a capacidade de criar pode ser expandida a partir de técnicas e do fortalecimento de atitudes, comportamentos, valores, crenças e atributos pessoais, que fazem o indivíduo pensar de maneira independente, flexível e imaginativa. Ademais, de acordo com Pereira e Burak (2008, p. 6), “pode-se afirmar que o ambiente, ou seja, o clima em sala de aula e a postura do professor têm papel importante no desenvolvimento da criatividade dos estudantes, como também no processo criativo para se chegar a um produto”.

Neste sentido, entendemos que é fundamental que a escola favoreça ambientes em que os alunos possam desenvolver a criatividade, como é o caso da Modelagem Matemática (MM) como prática pedagógica (Schrenk & Vertuan, 2022). A Modelagem se constitui um ambiente em que os alunos têm liberdade para fazer uso de habilidades que, embora, a princípio, pareçam não estar relacionadas à matemática, ao aprenderem e ao fazerem matemática, dão abertura à criatividade, inclusive à criatividade matemática.

Alguns autores, a exemplo de Pereira (2008), Brandt (2016) e Wessels (2014), apresentam reflexões a respeito da relação entre atividades de Modelagem Matemática e o desenvolvimento da criatividade. No entanto, ainda há poucos estudos que se dedicam aos aspectos relacionados às ações criativas dos sujeitos quando desenvolvem atividades de Modelagem Matemática.

De acordo com um dos princípios da abordagem da Psicologia Cultural da Criatividade (Glăveanu, 2014), ações criativas exteriorizam, expressam ou geram um resultado que tenha uma forma de materialidade (objeto, processo, modelo, estratégia, experimentação...). Elas são “sempre, marcadamente, situacionais e/ou contextuais” (Glăveanu & Neves-Pereira, 2020, p. 143). Ou seja, o processo criativo é uma forma ou qualidade da ação, que está sempre impregnada de um contexto.

Deste modo, a partir da necessidade apresentada na literatura, de contribuir com a formação de sujeitos criativos, da possibilidade de fomentar essa criatividade por meio do desenvolvimento de atividades de Modelagem e, ainda, da escassez de pesquisas que se dedicam às ações criativas dos estudantes neste ambiente, desenvolvemos a presente pesquisa, de cunho qualitativo, com a intenção de compreender como se constitui um dos elementos da pesquisa no âmbito da criatividade, pertencente ao processo criativo, que é a ação criativa, neste caso, de estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública do oeste paranaense, ao lidarem com atividades de Modelagem no contexto da disciplina de Modelagem Matemática I. Assim, buscamos responder à seguinte questão de investigação: Como se constituem as ações criativas de um grupo de estudantes,

licenciandos em Matemática, quando lidam com atividades de Modelagem Matemática?

Neste artigo apresentamos um dos resultados da pesquisa: que as ações criativas de um grupo de estudantes, quando lidam com atividades de Modelagem Matemática, se constituem por meio de intervenções e elementos que funcionam ora como gatilhos iniciais, ora como gatilhos de criação e ora como intervenções inibidoras.

Modelagem Matemática e Criatividade

A Modelagem Matemática, como prática pedagógica (Schrenk & Vertuan, 2022), é uma metodologia de ensino (Burak, 2004) ou uma alternativa pedagógica (Almeida, Silva & Vertuan; 2013) que, na perspectiva da Educação Matemática, vem ganhando espaço nas salas de aula nos últimos anos. Pesquisas têm destacado sua potencialidade para desenvolver inúmeras habilidades dos estudantes, dentre elas, a criatividade (Pereira, 2008; Brandt, 2016; Wessels, 2014, dentre outros).

A principal característica da Modelagem é fazer uma abordagem matemática de uma situação-problema não essencialmente matemática (Almeida et al., 2013). Nesse sentido, uma atividade de Modelagem Matemática pode ser descrita por uma situação inicial (problemática), por uma situação final desejada (que representa uma solução para a situação inicial) e por um conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final (Almeida et al., 2013, p. 12).

Ao vivenciarem esses procedimentos, que podem ser associados a algumas fases – inteiração, matematização, resolução, interpretação de resultados e validação (Almeida et al., 2013) –, os estudantes empreendem diferentes ações cognitivas, que podem ser mais ou menos intensas, dependendo das atividades e dos estudantes (Almeida et al., 2013).

Consideramos, ainda, o processo de desenvolvimento de uma atividade de Modelagem como um processo criativo e as ações então empreendidas como ações criativas, pois os estudantes necessitam produzir soluções, encaminhamentos e estratégias, a fim de resolverem a situação, de preferência, no âmbito de um grupo.

Quando as pesquisas de Modelagem mencionam a Criatividade, geralmente o fazem com dois objetivos principais: ou para afirmar que o desenvolvimento de atividades de Modelagem promove a criatividade dos estudantes ou que para o desenvolvimento das atividades de Modelagem, os estudantes precisam ter criatividade (Setti, Viana & Vertuan; 2019). Mas que criatividade é essa e como ela pode estar presente nas atividades de Modelagem? Esta ainda é uma discussão incipiente na academia.

Dentre as abordagens da pesquisa em Criatividade, algumas apresentam compreensão sociocultural da criatividade, como a Teoria de Sistemas, de Csikszentmihalyi; o Modelo da Imaginação Criativa, de Vygotsky e a Psicologia Cultural da Criatividade, de Glăveanu. Entendemos que estas abordagens são compatíveis com o estudo da criatividade na Educação e, mais especificamente, no ensino de Matemática com Modelagem Matemática.

Vygotsky é considerado o fundador das abordagens socioculturais para a criatividade, pois a considera como fenômeno culturalmente mediado, que surge das interações entre os sujeitos que se utilizam de signos e ferramentas disponíveis no contexto em que habita.

De acordo com Neves-Pereira e Chagas-Ferreira (2020, p. 121), “Vygotsky e seus colaboradores pressupõem que as funções mentais superiores do homem, nas quais se inclui a criatividade, são originadas no palco sócio-histórico, pelas interações sujeito e cultura”. Assim, de acordo com as autoras, a criatividade surge da interação entre sujeito e cultura, proporcionada pelas linhas do desenvolvimento e da aprendizagem. Nesta concepção, a criatividade é assumida como uma “função psicológica superior, construída nas interações entre homem e cultura, mediada por outros elementos sociais, mas com algumas características próprias” (p. 121).

Mihaly Csikszentmihalyi (1934 – 2021), pesquisador e teórico da psicologia, dedicou grande parte de sua carreira acadêmica aos estudos sobre criatividade, e desenvolveu a Teoria de Sistemas. As principais características deste modelo são a concepção de que toda pessoa é potencialmente criativa e que a criatividade depende mais do contexto social e cultural do que das características do indivíduo. A criatividade não é um resultado isolado de uma ação individual, ela é resultante da interação de três sistemas: indivíduo (bagagem genética e experiências pessoais), domínio (cultura e produção científica) e campo (sistema social) (Csikszentmihalyi, 1999). Ou seja, a criatividade não ocorre apenas “dentro da cabeça” das pessoas, mas na interação sociocultural.

Tomando-se a cultura como elemento constituinte da criatividade, surge a Psicologia Cultural da Criatividade. Para a psicologia cultural da criatividade, proposta por Glăveanu (2010), o que mais importa são as expressões cotidianas da criatividade. Para conceituar criatividade, sob uma perspectiva da psicologia cultural, Glăveanu & Neves-Pereira (2020), chamam a atenção para o fato de que a criatividade é baseada em processos, logo, é necessário pensar a criatividade como a qualidade dinâmica da nossa relação com o mundo, como algo que surge do “encontro” entre o sujeito (self), os outros e a cultura. Assim, de acordo com os autores,

A psicologia cultural da criatividade, apesar de ainda trabalhar com noções previamente estabelecidas de criatividade (isto é, produção de inovações significativas) desloca (1) o foco dos produtos para os processos (ação), (2) do indivíduo para as relações (o indivíduo e o mundo) e (3) de avaliações universais para avaliações contextuais da criatividade. A apreciação de que algo é “criativo” continua sendo relevante, mesmo que todos os envolvidos não compartilhem dessa concepção, ou mesmo se essa avaliação se modificar ao longo do tempo (Glăveanu & Neves-Pereira, 2020, p. 153).

Neste contexto, “criar significa agir no e sobre o mundo de maneira a gerar novidades significativas que possam transformar a pessoa que as cria e o seu contexto de forma que sejam apreciadas como criativas pelos envolvidos” (Glăveanu & Neves-Pereira, 2020, p. 152).

Encaminhamentos Metodológicos

A produção dos dados ocorreu entre março e dezembro de 2020 em uma disciplina de Modelagem Matemática I, de um curso de licenciatura em Matemática de uma universidade pública do oeste paranaense. A turma era composta por 19 estudantes, que estavam cursando o 7º período da Licenciatura.

Como vislumbrávamos compreender a ação criativa dos estudantes ao lidarem com atividades de Modelagem, decidimos por eleger um dos cinco grupos constituídos durante as atividades para realizar as análises, o que possibilitou uma análise mais atenta e minuciosa. Deste modo, tomamos como *corpus* da pesquisa a produção, as ações e os dizeres dos membros do grupo escolhido, composto por cinco estudantes.

As aulas que ocorreram de modo presencial foram gravadas em áudio e vídeo e as demais, que ocorreram de modo remoto devido à suspensão das atividades presenciais causada pela pandemia do Sars-Cov-2, foram gravadas na plataforma *Google Meet*. Os momentos de discussão em grupo, todavia, foram realizados na plataforma *Skype*. A escolha desta última plataforma ocorreu por possibilitar aos professores conseguirem visitar todos os grupos na mesma aula, de modo que todas as discussões fossem gravadas, assim como as conversas realizadas no *chat*, independente de as reuniões acontecerem no horário das aulas ou em momentos extraclasse.

De modo geral, a disciplina abarcou a elaboração de problemas de Modelagem, o desenvolvimento e a socialização de atividades de Modelagem publicizados na literatura sobre o tema *a criação de atividades de Modelagem*, em conversas com professores pesquisadores sobre Modelagem, leitura e reflexão de textos sobre Modelagem na sala de aula.

Para a análise dos dados, tomamos as gravações de todas as aulas e dos momentos em que os integrantes do grupo se reuniam, codificados, em ordem alfabética como E1 para o estudante 1, E2 para o estudante 2 e assim por diante. Além do professor regente (PR), participaram como professores colaboradores da disciplina, a pesquisadora (Pesq.1) e seu orientador (PO) e outra pesquisadora do mesmo programa de pós-graduação (Pesq.2). Ainda, quando houve intervenções de estudantes de outros grupos, estes foram codificados como EA. As gravações foram revisitadas por algumas vezes e os momentos de interação dos integrantes do grupo, assim como do grupo com a turma, foram transcritos na íntegra.

Neste artigo, optamos por considerar momentos vivenciados pelos estudantes em diferentes atividades de Modelagem Matemática, desenvolvidas durante toda a disciplina, ao invés de tomarmos uma ou outra como representativas. Nesse sentido, para contextualizar minimamente o leitor acerca das atividades, apresentamos, em notas de rodapé, a ideia da atividade empreendida pela turma na primeira vez em que ela for citada.

O método de análise dos dados foi inspirado em Setti, Waideman e Vertuan (2021), no qual os autores estabelecem quatro etapas, a saber: 1. Reconhecimento do *corpus*; 2.

Internalização; 3. Interpretação do *corpus* e 4. Análise do Esquema de Percurso de Elaboração. No entanto, para esta pesquisa, adaptamos as etapas de acordo com a necessidade da investigação (Quadro 1).

Quadro 1- Etapas do método de análise

ETAPAS	SUBETAPAS
1. Reconhecimento do <i>corpus</i>	1.1 Revisitação às gravações
	1.2 Transcrição dos diálogos do grupo
	1.3 Leitura prévia das transcrições
2. Internalização	2.1 Releitura do <i>corpus</i> [diversas vezes]
	2.2 Destaque das constatações
3. Interpretação do <i>corpus</i>	3.1 Construção das Sínteses
4. Análise das Ações Criativas	4.1 Construção e análise das categorias

Fonte: Setti (2022).

A etapa de Reconhecimento do *corpus* foi realizada a partir da revisitação às gravações de todos os encontros com a turma e dos encontros do grupo selecionado, transcrição dos diálogos do grupo e leitura prévia das transcrições. As transcrições foram organizadas de acordo com cada atividade que o grupo desenvolveu, em ordem cronológica, codificadas como A1, para a transcrição da primeira atividade desenvolvida e assim por diante.

A etapa da Internalização das ações empreendidas pelos estudantes no contexto do grupo foi realizada por meio da releitura (por diversas vezes) da transcrição dos diálogos e da revisitação às gravações, quando necessário. Na Internalização, buscamos inferir acerca dos processos cognitivos dos estudantes, com destaque para os momentos em que houve manifestação de ações que colaboraram com o processo criativo, constituindo assim o que chamamos de constatações. Após o processo de internalização, ocorreu a etapa de Interpretação do *corpus*, que se consistiu pela interpretação das constatações estabelecidas, assim foram construídas as sínteses das ações empreendidas pelo grupo. As sínteses correspondem a uma interpretação da constatação à luz da questão de pesquisa, e constituem um movimento analítico dos dados. Ademais, nas tabelas abaixo também serão apresentados excertos (Ex.) dos diálogos dos participantes.

Em seguida, em uma planilha eletrônica, passamos a separar as sínteses em agrupamentos de acordo com suas similaridades e, por fim, organizar os agrupamentos em categorias. Realizamos a descrição de cada categoria com base nos excertos, nas constatações e nas sínteses. Assim, empreendemos o movimento de análise dos dados à luz do referencial teórico estabelecido.

Neste artigo, apresentamos as análises tecidas em uma das categorias constitutivas da pesquisa, ou seja, aquela que discute que as ações criativas são constituídas por meio de intervenções e elementos que funcionam ora como gatilhos de criação e ora como intervenções inibidoras.

A constituição das ações criativas em Modelagem Matemática

Os diálogos estabelecidos no âmbito do grupo investigado, assim como as falas dos estudantes e mesmo dos docentes intervinham e exerciam diferentes tipos de influências em relação à efetivação das ações criativas do grupo. De modo similar, alguns elementos nesse processo, tais como o pouco tempo para desenvolver a atividade, a falta de recursos materiais, entre outros, também apresentaram esta característica de intervir nas ações criativas. Assim, ao nos questionarmos sobre os movimentos que desencadeavam ações criativas no desenvolvimento das diferentes atividades de Modelagem Matemática, observamos certo padrão nas intervenções realizadas ora por docentes, ora pelos próprios estudantes, denominados por **gatilhos iniciais**.

Os gatilhos iniciais são as intervenções que, intencionalmente ou não, **provocaram um movimento de pensar sobre, discutir algo, posicionar-se**. É o caso de quando um membro do grupo pergunta, "como é que você pensou nisso?", levando outros membros a pensarem e argumentarem sobre o tema. Ainda, quando um membro do grupo manifestava, por exemplo, "têm muitas variáveis que influenciam essa situação", desencadeou um movimento no grupo para que se discutissem quais variáveis influenciavam o fenômeno investigado e o que era preciso considerar. Essa discussão (ou posicionamento) do grupo, desencadeada pela intervenção disparadora, podia gerar uma ideia passível de investimento pelos estudantes, uma ideia com potencial para desencadear a resolução, ou parte da resolução do problema. Ou seja, o gatilho inicial coloca o percurso da ação criativa em movimento e é nesse movimento que surgem as ideias.

Algumas dessas **ideias** pareciam **desencadear o investimento dos estudantes em encaminhamentos de resolução** e, por isso, as denominamos de **gatilhos de criação**. É o caso de quando, por exemplo, no Episódio 1 (Quadro 2 a seguir), entendendo a importância da ideia para elaborar um problema sobre "depressão na universidade"⁴, os estudantes e o professor começam a conversar sobre o tema. Naquele momento questionaram-se situações relacionadas a ele a fim de problematizá-las, tais como a depressão em crianças e a ansiedade provocada por avaliações em larga escala. As situações relacionadas ao tema que foram manifestadas pelos integrantes do grupo e pelo professor suscitaram um movimento de pensar sobre a situação. Estes gatilhos iniciais levaram à intervenção do professor de sugerir que aproveitassem o tema "depressão infantil", dadas as colocações do próprio grupo que denotava interesse e valorização sobre o tema, para elaborar o problema de Modelagem, tarefa a qual os alunos se dedicavam naquele momento. Essa intervenção se configurou como um gatilho de criação, pois, a partir dela, o grupo deu andamento à ação criativa de elaborar um problema de Modelagem, agora, mais focado em uma das diferentes ideias discutidas pelo grupo.

⁴ Nesta atividade os estudantes receberam a reportagem "Por que depressão e ansiedade afetam cada vez mais universitários", disponível em <https://desafiosdaeducacao.grupoa.com.br/ansiedade-e-depressao-na-universidade/> <Acesso em: 10/03/2020> e, a partir dela, deveriam elaborar um ou mais problemas de Modelagem.

Por outro lado, há intervenções que, embora parecessem tratar de ideias plausíveis, por algum motivo, desencorajavam o investimento dos estudantes sobre as mesmas, ou ainda, intervenções que invalidavam alguma ideia ou ação, motivo pelo qual as denominamos de **inibidoras**. As intervenções inibidoras aconteciam durante todo o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem. Por vezes, todavia, ao lidar com elas, os alunos vislumbravam e encabeçavam outras estratégias de resolução.

Quadro 2 – Episódio 1 [A1 – Depressão na universidade]

E1: Na verdade, não é só sobre suicídio, é sobre depressão e ansiedade na universidade. Não sabemos o que perguntar. [manifestam a dificuldade em estabelecer uma problemática para elaborar o problema]
[...].
PR: é, é bem comum na verdade. Até se a gente parar pra pensar até nas próprias crianças hoje em dia, vamos ver o quanto são ansiosas. [comentário que se configurou como um GATILHO INICIAL]
E1: gente a minha prima passou mal no dia da prova Paraná. Acha? Passou mal de passar mesmo. [comentário conectado ao do professor, no sentido de complementar a fala sobre ansiedade em crianças – GATILHO INICIAL]
[...]
PR: agora vocês pensem, o que daria para discutir? que questão daria pra fazer para levantar a partir de todas essas discussões que vocês fizeram? pois vejam, vocês levantaram... ah minha irmã foi fazer uma prova e passou mal... e tal e tal... daria para aproveitar essa ideia para fazer uma questão? [GATILHO DE CRIAÇÃO – valorização da fala e motivação para aproveitá-la]
E2: o problema é a matemática né... E ter... [essa fala pode denotar-se INIBIDORA para E2 que está preocupada com a questão da matemática. Mas, ao mesmo tempo, pode ser um GATILHO INICIAL para a fala seguinte do professor que contribuiu com a elaboração do problema]
[...]
PR: mas é a questão! Precisa ter matemática já na questão? pensa na questão do papel higiênico, como que era? [GATILHO INICIAL – esclareceu a não necessidade de a matemática aparecer no problema – passou segurança]
E2: mas tipo assim, o problema é você jogar uma questão solta que não dá suporte para ele iniciar o pensamento. Tipo assim, causam várias mortes tal, tal, tal, mas não tem um viés tipo para estimular o pensamento. Esse é que é o problema. [INIBIDOR – insegurança na formulação do problema para que ele desencadeie uma investigação]
PR: tá, pensa, pra vocês o que seria interessante discutir nesta situação, neste contexto? [GATILHO INICIAL – mediação/questionamento]
E2: ou a partir da idade né porque a partir de tal idade começa a ser... [GATILHO DE CRIAÇÃO - ideia começando a ser construída]
[A1.Ex1]

Fonte: Setti (2022).

O investimento em um gatilho inicial ou não, entretanto, ficou claro na dinâmica de trabalho dos alunos, de modo que caracterizá-los como gatilhos iniciais ou intervenções inibidoras, nesta pesquisa, dependeu do modo como o grupo de alunos reagiu frente a cada um deles. Ou seja, a caracterização vai depender da receptividade do grupo e da “atmosfera” do momento da discussão dos estudantes enquanto lidam com a atividade de Modelagem. Dito de outro modo, uma intervenção pode ser um gatilho inicial para um sujeito e uma intervenção inibidora para outro, ou um gatilho inicial em uma situação e uma intervenção inibidora em outra. Por exemplo, a fala de E2 no Episódio 1 (Quadro 2) - *E2: o problema é a matemática né... E ter...* – pode ter denotado um elemento inibidor para E2 que está preocupado com o conteúdo matemático, mas, ao mesmo tempo, pode ter se configurado como um gatilho inicial para a fala do professor que desencadeou a elaboração do problema –

PR: mas é a questão! Precisa ter matemática já na questão? Pensa na questão do papel higiênico, como que era?

As intervenções, ora como gatilhos iniciais, ora como gatilhos de criação e ora como inibidoras, aconteceram no percurso da ação criativa, com implicações diferentes. Todavia, nenhum integrante pensava “agora vou fazer uma intervenção que funcionará como gatilho inicial”, ou “vou inibir a ação criativa”, mas, ao se manifestar, ao discutir, algumas coisas funcionavam como gatilhos ou como inibidores para as ações criativas.

Observamos, ainda, que do ponto de vista cognitivo, geralmente, os gatilhos de criação foram manifestados, ao menos publicamente no âmbito do grupo, depois de um ou mais gatilhos iniciais. Estes, geralmente, foram provocados por uma terceira pessoa, seja ela integrante do grupo ou até mesmo pelo professor que, ansiando por entender o pensamento do estudante, a estratégia utilizada ou a ideia manifestada, fazia indagações que funcionavam como gatilhos iniciais para a emergência de um gatilho de criação.

Neste contexto, observamos que os gatilhos de criação, originados de intervenções dos estudantes do grupo, foram precedidos de gatilhos iniciais que surgiram tanto de modo desprezioso no diálogo sobre temas que não necessariamente tinham relação com o que se pretendia no planejamento inicial do grupo, como quando E1 menciona um fato que ocorreu com um familiar na atividade relativa à depressão na universidade (Quadro 3-A), sendo **gatilhos iniciais não intencionais**; e surgiram de modo intencional, para entender o planejamento, para tirar uma dúvida, para sugerir algo ou para mediar a situação, como quando E3 sugere usar um copo medidor para a atividade A4, que tinha como objetivo de calcular o volume de uma maçã (Quadro 3-B), eram **gatilhos disparadores intencionais**.

Quadro 3 – Episódio 2 [A1 – Depressão na universidade e A4 – Volume da Maçã]

A - E1: *gente, a minha prima passou mal no dia da prova Paraná. Acha? Passou mal de passar mesmo.* [A1.Ex7]

B - E3: *outra coisa, você falou em cortar, né. Aqui em casa têm aqueles copinhos de ml, mililitro, daí não sei se dá para fazer alguma coisa.* [A4.Ex14]

Fonte: Setti (2022).

Houve gatilhos iniciais que também funcionaram como gatilhos de criação (Quadro 4-A), como quando o sujeito diz ao outro, “*escuta, mas e se a gente fizer ‘tal coisa’?*”. Esta intervenção é ao mesmo tempo um gatilho inicial e um gatilho de criação. Ou ainda, como inibidores (Quadro 4-B), por exemplo, quando o sujeito diz, “[...] *ele não é relevante, a gente não usa ele*”.

Quadro 4 – Episódio 3 [A5 – Plantação de batatas⁵]

A - E4: e se fosse pegar o total de batatas ali que precisa em alqueire e dividir pelo total de metros quadrados, pra saber quantas batatas têm que ter em cada metro quadrado, será que ajuda? [A5.Ex15]

B - E5: [...] Não teria que ficar entre 40 e 45, o espaçamento? Ou não necessariamente?

EA: Não. Esse 45, ele não é relevante, então praticamente a gente não usa ele. [A5.Ex4]

Fonte: Setti (2022).

Ainda, é importante esclarecer que entendemos que as intervenções não obedecem necessariamente a uma lógica binária, do tipo “ou é gatilho provocador ou é um inibidor”, mas que elas podem ser comparadas a um segmento, como o representado na Figura 1, que denota a intensidade das intervenções, de modo que elas podem ser ou mais provocadoras (extremidade vermelha) ou mais inibidoras (extremidade azul).

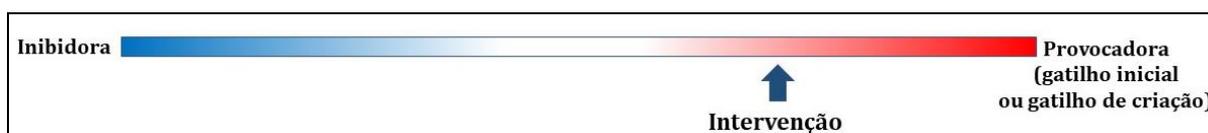


Figura 1 - Esquema Intervenções inibidoras e provocadoras

Fonte: Setti (2022).

Ao se considerar este *continuum* entre a intervenção mais inibidora e a mais provocadora foi constituída uma zona de neutralidade, representada pela cor branca na figura acima. Entendemos que essa zona de neutralidade representa as intervenções que não funcionaram nem como inibidores, nem como gatilhos iniciais, nem como gatilhos de criação. Elas são constituintes do percurso de resolução do problema de Modelagem Matemática, mas não interferiram significativamente na ação criativa. Elas podem ser falas aleatórias dos integrantes do grupo ou do professor ou ainda, falas que até representavam alguma intenção de gatilho, mas que foram ignoradas ou não legitimadas pelos demais integrantes do grupo.

Identificar os gatilhos iniciais e diferenciá-los dos gatilhos de criação, ou das intervenções inibidoras, no diálogo do grupo, não foi tarefa fácil, mas, para nossa pesquisa, tornaram-se necessários para compreender o modo como as intervenções influenciaram a ação criativa, tendo em vista que entendemos que é possível inferir como se estabelece a dinâmica entre os sujeitos de um grupo no que tange às influências que exerceram uns em relação aos outros e em relação ao movimento de constituição, coletiva, de uma ação criativa.

No que tange aos **gatilhos de criação**, identificados nas atividades de Modelagem Matemática desta pesquisa, eles possibilitaram a efetivação das ideias em ações criativas, levando os estudantes a construir um problema de Modelagem Matemática, um modelo matemático, uma solução para o problema de Modelagem Matemática ou um modo de abordar a atividade de Modelagem em uma turma da Educação Básica. A **ação criativa** se

⁵ Esta atividade consiste em investigar a distância ótima entre as batatas plantadas em determinada propriedade rural, de modo que a produção seja máxima (Bassanezi, 2002).

configurou como a **manifestação convergente do grupo acerca das ideias suscitadas nos momentos das discussões.**

Além disso, as intervenções que funcionaram como gatilhos iniciais, quando eram realizadas pelo professor (Quadro 5-B) ou pelos pesquisadores (Quadro 5-A), foram no sentido de mediar a situação para que o grupo conseguisse dar sequência à ação criativa.

Quadro 5 – Episódio 5 [A11 – Quanto uma criança gasta em fraldas?⁶]

A - E1: *isso. Existem muitas marcas de fralda, enfim, são muitas as variáveis. Então, a gente decidiu, sugerido aí pela Pesq1, fazer um questionário. Então, foi formulado um questionário. [A11.Ex3]*

B - E2: *[...]Só tiveram uns reajustes, que até o professor aconselhou né. Senão não tem como fazer porque teriam muitas variáveis. [A11.Ex11]*

Fonte: Setti (2022).

Sobre os gatilhos iniciais e os gatilhos de criação da ação criativa em MM

Os gatilhos iniciais e os gatilhos de criação se manifestaram ora (i) a partir das intervenções dos estudantes que eram membros do grupo, ora (ii) pelos estudantes de outros grupos e ora (iii) pelos professores. Também reconhecemos que parecem funcionar como gatilhos iniciais alguns elementos constituintes do desenvolvimento das atividades: (iv) informações apresentadas no texto da atividade de Modelagem; (v) a mediação segura do professor ou do estudante; (vi) a aprovação do professor das ideias apresentadas; e (vii) a liberdade de ação do grupo. Apresentamos alguns destes casos.

Em algumas situações, quando a atividade de Modelagem era acompanhada de um texto relativo ao tema abordado, percebemos que as informações sobre o tema ou o modo como estas informações eram dadas podem ter inspirado o grupo em algumas ideias apresentadas. Elas podem ter funcionado como um disparador ou até mesmo como um gatilho de criação da ação criativa. Por exemplo, na atividade A9, quando o grupo estava estudando sobre o tema Abelhas (Biembengut & Hein, 2009), o modo como os autores estruturaram o texto pode ter influenciado o grupo a pensar em produzir uma história em quadrinhos sobre o tema para desenvolver a atividade com os demais colegas da turma (Quadro 6-A).

Quadro 6 – Episódio 6 [A9 – Abelhas⁷]

A - E1: *é porque ali, ali fala tanta coisa assim, que é legal, porque parece que conta uma história, eu também pensei nisso, E2, dá pra gente pegar, não tudo porque não dá tempo, mas ficaria legal, sabe, porque explica bastante coisa mesmo, que é interessante [A9.Ex10].*

Fonte: Setti (2022).

Para que um grupo de estudantes desenvolva uma atividade de Modelagem, é imprescindível uma mediação intencional e interessada do professor. Nesta pesquisa, esse tipo de mediação, seja do professor, seja de um estudante responsável pela atividade,

⁶ Nesta atividade, os alunos definiram o tema, elaboraram o problema e coletaram dados para resolução, pois o objetivo era determinar qual foi o impacto do gasto com fraldas descartáveis na renda familiar.

⁷ Os estudantes investigaram a ‘dança’ das abelhas e a quantidade de mel que elas consomem para produzir 1 litro de mel (Biembengut & Hein, 2009).

mostrou-se como um elemento que funcionou como gatilho inicial da ação criativa. Quando o grupo “travava”, ou seja, quando não conseguia desenvolver o raciocínio, recorria-se ao professor. A segurança que o grupo sentia na mediação, contribuía para o andamento da ação criativa. Como no excerto Ex16 da atividade A10, “Modelando um movimento” (Quadro 7).

Quadro 7 – Episódio 7 [A10 – Modelando um movimento⁸]

PR: isso, é, será que não seria mais interessante analisar isso, por exemplo, em relação ao tempo? Por que agora o que a gente tem que fazer? Definir um problema, né. Que tipo de problema que a gente pode criar em relação a isso? Ó, os pontos... tipo, pegou a caixinha e soltou lá em cima e tá caindo.

E3: quanto tempo que demora pra caixinha cair.

PR: isso seria um problema?

E3: seria

E2: mas aí é só análise gráfica.

PR: É, na verdade, é só você ver quanto tempo levou, né.

E2: é porque vai ali de zero a zero vírgula trinta.

PR: pronto, achamos a resposta do problema. Não precisa nem analisar o gráfico. O que a gente poderia mudar pra poder analisar isso? Tá. Pensa assim, ó, se a gente perguntar qual é o tempo que ele leva pra cair, a gente já vai ter a resposta, porque é o início e o final do vídeo, concordam?

E3: certo. [A10.Ex16]

Fonte: Setti (2022).

A **liberdade** de ação do grupo também foi um elemento que favoreceu as manifestações dos gatilhos iniciais e dos gatilhos de criação, assim como dos inibidores. E, a partir da liberdade, ocorreram ações que são possibilitadas pelo ambiente de Modelagem e que constituem a ação criativa do grupo, como a tomada de decisão, análise de dados e elaboração de problemas.

Viana e Vertuan (2021) denotam que a liberdade é um dos aspectos do processo criativo que também é destacado na literatura de Modelagem. O estudo de Pereira (2008) também enfatiza que a liberdade de ação dos estudantes em uma atividade de Modelagem é um dos pontos-chave para a promoção da criatividade em sala de aula. Outro estudo que aponta a questão da liberdade como aspecto para a promoção da criatividade em Modelagem é o de Vertuan e Setti (2018), ao entrevistarem egressos de um curso de licenciatura em Matemática.

Sobre as intervenções inibidoras da ação criativa em MM

No que tange às intervenções e aos elementos que funcionaram como **intervenções inibidoras**, podemos destacar: (i) algumas intervenções de membros do grupo; (ii) algumas intervenções de outros estudantes; (iii) algumas intervenções dos professores; (iv) o tempo disponível para a realização da atividade; (v) a insegurança com o conteúdo matemático; (vi) o uso de soluções já conhecidas; (vii) o modo de proposição da atividade; (viii) a complexidade da situação; (ix) uma mediação insegura; (x) o excesso de limitações na atividade; (xi) a não compreensão da situação problema. A seguir, serão apresentados alguns destes casos.

⁸ A atividade consistia em modelar o movimento de um objeto a partir de um vídeo feito pelos próprios alunos e utilizando o software Tracker.

As intervenções dos integrantes do grupo que se caracterizaram como inibidoras foram no sentido de não legitimar uma ideia apresentada, por acreditar que não era suficientemente plausível (Quadro 8-A) ou pelas limitações que o grupo ou um de seus integrantes possuía (Quadro 8-B).

Quadro 8 – Episódio 8 [A9 – Abelhas]

A - E2: *o problema é a gente pegar, por exemplo, o primeiro do litro de mel, apesar de se pegar do favo também, né, a parte da geometria, né, do alvéolo, a geometria do favo, tem aquele que eu encontrei lá.*
E1: *mas aí eu não, acho que tem que usar esse daí.* [A9.Ex19]

B - E1: *eu não sei fazer.* [A9.Ex25]

Fonte: Setti (2022).

Quando estas intervenções eram feitas pelos professores ou pelos estudantes que mediavam a atividade, como no caso de seminários, por exemplo, elas ocorreram no sentido de ‘podar’ uma ideia que não ‘combinava’ com o esperado ou com o excesso de orientação, no sentido de “dizer o que fazer”.

As atividades desenvolvidas pela turma possuíam diferentes propostas e levavam a diferentes abordagens. Algumas tinham limitação de tempo para seu desenvolvimento, em torno de 40 minutos; outras tinham um tempo um pouco mais estendido e, ainda, houve o desenvolvimento de atividades em que os alunos tinham alguns dias e até semanas para pensar no seu desenvolvimento. Os dados mostraram que o pouco tempo para pensar na atividade e para desenvolvê-la se mostrou como um potencial elemento inibidor da ação criativa. O tempo, ou melhor, a falta dele, fez com que o grupo desistisse de investir em ideias interessantes para o desenvolvimento da atividade.

Não há uma definição sobre a duração de uma atividade de Modelagem, que podem se configurar como projetos prolongados (com duração de semanas ou meses), situações que podem ser investigadas em algumas aulas, ou situações desenvolvidas em uma única aula (Vertuan, 2010; Almeida et al., 2013). O tempo dedicado ao desenvolvimento da Modelagem depende da dinâmica da atividade e do contexto em que ela é realizada (Vertuan & Almeida, 2016).

Assim, entendemos que para que os estudantes tenham tempo suficiente para pensar e desenvolver suas ações criativas em uma atividade de Modelagem, o planejamento do professor é essencial. Pois, ao destinar pouco tempo para uma atividade que tem potencialidade de desencadear múltiplos encaminhamentos e, conseqüentemente, criatividade, as ações criativas dos estudantes poderão ser ‘podadas’.

Considerando-se as fases do processo criativo – preparação, incubação, iluminação e verificação (Hadamard, 2009) –, o tempo é necessário tanto para a fase de preparação, que consiste no trabalho sobre a situação, quanto para a fase de incubação, que é quando o sujeito se afasta da situação, mas continua trabalhando inconscientemente na resolução do problema. Verificamos nos dados que, quando houve um tempo maior entre a proposição da atividade e a sua socialização, os estudantes manifestaram episódios de iluminação, ou seja, de *insights* criativos após um período de incubação.

Outro elemento que se mostrou inibidor das ações criativas foi a insegurança com determinados conteúdos matemáticos e o contato prévio com soluções simplificadas da atividade em desenvolvimento (Quadro 9-A e 9-B). No seminário da situação das Abelhas, o Grupo 5 apresentou as resoluções que estavam no livro de Modelagem. Eles não fizeram alterações e nem adaptações, nem estabeleceram outros modos de desenvolver o problema. Portanto, podemos inferir que o contexto da atividade, ou o modo como foi proposta, não favoreceu a construção de soluções mais originais (Quadro 9-C).

Quadro 9 – Episódio 9 [A9 – Abelhas]

A - E2: *eu acho que daria pra fazer aquela primeira que é facinha e rapidinha e pegar outra mais elaboradinha assim.* [A9.Ex14]

B - E3: *então pessoal, agora a gente vai apresentar algumas soluções que tinha lá no nosso arquivo [do livro]. É, a primeira resolução, ela é literalmente igualzinha a que vocês fizeram.* [A9.Ex41]

C - E1: *Eu também estava pensando de a gente modificar aquele último né, porque tem uma boa parte que daria para aproveitar, mas daí eu acho que tem que fazer igual, só pensar em como aplicar. Mas eu acho que daria para fazer esses dois que estão juntos e aqueles dois da dança.* [A9.Ex20]

Fonte: Setti (2022).

Deste modo, a proposição da atividade também apresentou influência na inibição da ação criativa. A apresentação de seminários de uma atividade de Modelagem da literatura não foi tão eficaz para o desenvolvimento de ações criativas, pois o grupo ficou “preso” ao que a atividade apresentava como solução e não sentiu ou provocou a necessidade para que se desenvolvessem novas soluções.

A não compreensão da situação também se mostrou como um elemento inibidor das ações criativas. Por não compreender qual era o objetivo da atividade, não tinham o que criar. O esforço do grupo, na maior parte do tempo, foi em entender o que era para eles fazerem. Deste modo, as ideias que eram apresentadas não davam conta de responder ao problema (Quadro 10).

Quadro 5 – Episódio 10 [A8 – Medindo a quantidade de chuva⁹]

E2: *eu não entendi muita coisa da matemática que é pra fazer. Vocês entenderam?*

E1: *É que tem que ser, na verdade... um milímetro é um litro por metros quadrado, não é?*

E2: *hum*

E1: *e a gente vai ter que fazer isso. Colocar, acho, dentro do copo. Ver, se, se a gente conseguiu esse um milímetro. Só que o copo não vai ter esse um metro quadrado, então a gente vai ter que ver como é que vai fazer. Não é isso, eu acho, gente?* [A8.Ex4]

Fonte: Setti (2022).

Por existirem gatilhos provocadores (gatilhos iniciais e de criação) na constituição da ação criativa, as intervenções inibidoras não deram conta de ‘podar’ a ação criativa do grupo no desenvolvimento das atividades. Inferimos que isso decorra do interesse do grupo nas atividades e da manutenção do interesse pela mediação do professor, bem como devido ao fato de os gatilhos provocadores terem sido mais frequentes. Mesmo que, em algumas

⁹ Nesta atividade a proposta é explorar e construir um pluviômetro caseiro (Almeida et al., 2013).

atividades, a criatividade tenha aparecido de modo mais tímido do que em outras, ela é presente nas ações do grupo.

No entanto, pode acontecer de, em algumas atividades de Modelagem, as intervenções inibidoras serem mais frequentes que os gatilhos provocadores. Desta maneira, elas enfraquecem a ação criativa do grupo para realizar a atividade.

Neste sentido, podemos inferir que para que os gatilhos provocadores sejam mais frequentes que os inibidores, o tema da atividade precisa ser do interesse do grupo, é preciso haver a mediação sensível do professor e os alunos precisam dispor de liberdade e de tempo suficiente para o desenvolvimento da atividade. Tais fatores podem contribuir para a emergência dos gatilhos provocadores, consequentemente, para o andamento da ação criativa.

Conclusões

Ao investigarmos como se constituem as ações criativas de um grupo de estudantes quando lidam com atividades de MM, concluímos que o processo de constituição do percurso da ação criativa em Modelagem se inicia a partir de gatilhos iniciais, intencionais ou não intencionais, que provocam movimento de discussão no grupo e geram diferentes ideias e investimentos, consequentemente, novos gatilhos. Os gatilhos iniciais com potencial para a geração de uma ação criativa foram chamados de gatilhos de criação. Estes sempre são intencionais porque, diferente dos primeiros que geram um movimento para discutir um tema, levam os sujeitos – que já ‘mastigaram’ o tema e geraram uma ideia mais plausível – a focarem suas discussões, seus esforços e ações no investimento de uma ideia.

Como destacado na Figura 2, no diálogo do grupo, algumas ideias são ignoradas, algumas são refutadas e outras encabeçadas. A partir do momento em que uma sugestão é encabeçada, constitui-se um gatilho inicial ou um gatilho de criação, o processo se repete, e assim, outros gatilhos iniciais emergem, ou seja, o percurso não é linear, ele se parece mais com uma rede onde ocorrem “sinapses” entre os gatilhos iniciais, os gatilhos de criação e as intervenções inibidoras.

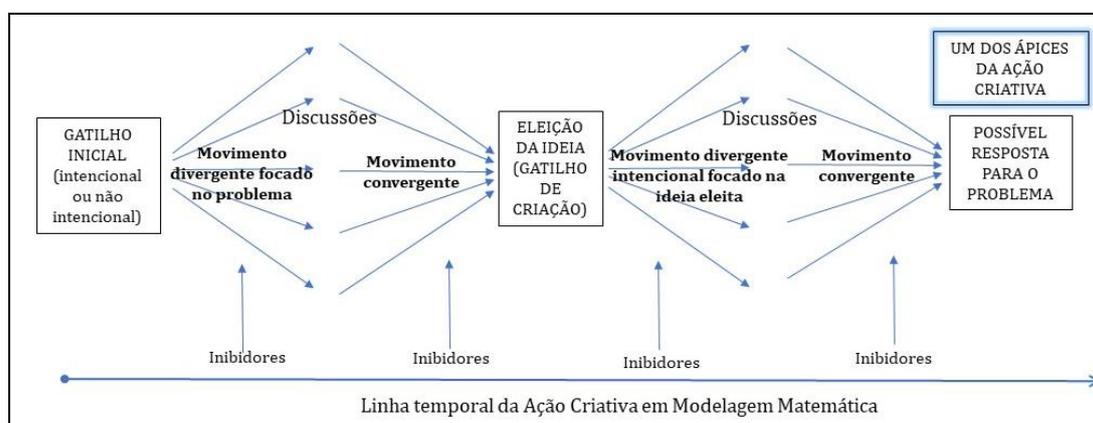


Figura 2 – Percurso da ação criativa em Modelagem Matemática

Fonte: Setti (2022).

As intervenções inibidoras acontecem em todo o percurso, de modo não intencional e intencional, com vistas a regular o processo ou mudar o rumo da ação. E, dependendo do impacto dessa intervenção inibidora, o rumo da atividade pode ser mudado suavemente ou completamente, de modo que novos gatilhos iniciais precisam ser emitidos, em um movimento dinâmico.

Este movimento de constituição da ação criativa é composto pelos sujeitos que pertencem ao grupo com suas experiências e com as diferentes vozes que os constituem, pelo professor mediador da atividade, pelo ambiente sociocultural em que estes sujeitos estão imersos e pela temporalidade.

O gatilho inicial gera um movimento divergente de discussão, focado no problema. Desse movimento divergente, em algum momento, os estudantes precisam eleger uma ideia (gatilho de criação), que é resultado de um movimento convergente, pois o grupo precisa investir em algo. Por conseguinte, um novo movimento divergente começa a partir do gatilho de criação, porém agora intencional e focado, porque, nesta fase, o grupo tem uma ideia eleita com potencialidade para resolver o problema. A busca pela resolução do problema de Modelagem é um movimento que se torna convergente. Os inibidores estão em todos os momentos do percurso da ação criativa e é na superação dos diferentes inibidores que o grupo consegue avançar e convergir para a resposta do problema que é um dos ápices da ação criativa no contexto das atividades de Modelagem Matemática. Por mais que a ideia seja gerada por um gatilho, ela é constituída também por inibidores que muitas vezes funcionam como reorganizadores da ação criativa.

A avaliação das ideias e a validação do modelo matemático construído para resolver o problema de Modelagem acontecem durante o percurso da ação criativa. Se, ao chegar a um possível modelo matemático para a situação, o grupo avaliar que ele não é adequado, inicia-se um novo movimento na ação criativa, permeado por novas intervenções, provocadoras e inibidoras, até o grupo chegar a um modelo ou a uma solução que os componentes julguem como adequada para a situação. Este artefato (Glăveanu, 2013), que é o modelo matemático ou a solução para o problema, tem potencial para ser original e inovador.

Referências

- Alencar, E. S., Braga, N. P., & Marinho, C. D. (2016). *Como desenvolver o potencial criador*. Petrópolis: Vozes.
- Almeida, L. M. W., Silva, K. P., & Vertuan, R. E. (2013). *Modelagem Matemática na Educação Básica*. São Paulo: Contexto.
- Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. São Paulo: Contexto.
- Biembengut, M. S., & Hein, N. (2009). *Modelagem Matemática no Ensino*. São Paulo: Contexto.

- Brandt, C. F. (2016). Um ensaio sobre a Complexidade, a Criatividade e as Representações Semióticas em uma atividade de Modelagem Matemática. In: C. F. Brandt, D. Burak, & T. E. Klüber (Orgs.), *Modelagem matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações* (pp. 163-181). Ponta Grossa: UEPG.
- Burak, D. (2004). Modelagem Matemática e a Sala de Aula. *Anais do I Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática* (pp. 1-10). Londrina: Universidade Estadual de Londrina.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In: R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313-335). New York: Cambridge University Press.
- Glăveanu, V. P. (2010). Paradigms in the study of creativity: introducing the perspective of cultural psychology. *New Ideas in Psychology*, 28(1), 79-93. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2009.07.007>
- Glăveanu, V. P. (2013). Rewriting the Language of Creativity: The Five A's Framework. *Review of General Psychology*, 17(1), 69-81. <https://doi.org/10.1037/a0029528>
- Glăveanu, V. P. (2014). *Distributed Creativity: thinking outside the box of the creative individual*. New York: Springer.
- Glăveanu, V. P., & Neves-Pereira, M. S. (2020). Psicologia cultural da criatividade. In: M. S. Neves-Pereira & D. S. Fleith (Orgs.). *Teorias da Criatividade* (pp. 142-168). Campinas: Alínea.
- Hadamard, J. (2009). *Psicologia da invenção na Matemática*. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Neves-Pereira, M. S., & Chagas-Ferreira, J. F. (2020). O modelo da imaginação criativa de Vigotski. In: M. S. Neves-Pereira, & D. S. Fleith (Orgs.). *Teorias da Criatividade* (pp. 113-139). Campinas: Alínea.
- Pereira, E., & Burak, D. (2008). A criatividade em aplicações de Modelagem Matemática em sala de aula. In: *Anais do 3º Encontro Paranaense de Modelagem Em Educação Matemática* (pp. 27-38). Guarapuava: SBEM-PR.
- Pereira, E. (2008). *A Modelagem Matemática e suas implicações para o desenvolvimento da criatividade*. Dissertação de Mestrado em Educação. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- Schrenk, M. J., & Vertuan, R. E. (2022). Modelagem Matemática como prática pedagógica: uma possível caracterização em Educação Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, 24(1), 194-224. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2022v24i1p194-224>
- Setti, E. J. K. (2022). Ações Criativas de um grupo de estudantes ao lidar com atividades de Modelagem Matemática. [Tese de doutorado não publicada]. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste.
- Setti, E. J. K., Viana, E. R., & Vertuan, R. E. (2019). Criatividade na Educação Matemática: o que se mostra dos trabalhos publicados no XII ENEM. In: *Anais do 13º Encontro Nacional de Educação Matemática* (pp. 1-15). Cuiabá: SBEM, 2019.

- Setti, E. J. K., Waideman, A. C., & Vertuan, R. E. (2021). Percursos da Elaboração de um Problema no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática. *Bolema*, 35(70), 959-980. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a18>
- Vertuan, R. E. (2010). Modelagem Matemática na Educação Básica. In: *Anais do 4º Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática*, Maringá: SBEM.
- Vertuan, R. E., & Almeida, L. M. W. (2016). Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática. *Bolema*, 30(56), 1070-1071. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v30n56a12>
- Vertuan, R. E., & Setti, E. J. K. (2018). Criatividade e Modelagem Matemática: 31o que dizem alunos egressos de um curso de Licenciatura em Matemática sobre suas formações iniciais. In: *Anais do 7º Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp. 1-16). Foz do Iguaçu: SBEM.
- Viana, E. R., & Vertuan, R. E. (2021). Modelagem Matemática e Criatividade: algumas confluências. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(2), 1-23. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n2a01>
- Wessels, H. M. (2014). Levels of mathematical creativity in model-eliciting activities. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(9), 22-40.