

O TRABALHO COLABORATIVO NAS AÇÕES CRIATIVAS DE LICENCIANDOS QUANDO LIDAM COM ATIVIDADES DE MODELAGEM

COLLABORATIVE WORK IN THE CREATIVE ACTIONS OF LICENSE STUDENTS WHEN DEALING WITH MODELING ACTIVITIES

EL TRABAJO COLABORATIVO EN LAS ACCIONES CREATIVAS DE LOS ESTUDIANTES DE LICENCIA AL TRATAR LAS ACTIVIDADES DE MODELAJE

ELENICE JOSEFA KOLANCKO SETTI¹
RODOLFO EDUARDO VERTUAN²

RESUMO

O presente artigo discute as ações criativas de licenciandos em Matemática quando lidavam com atividades de Modelagem no contexto de uma disciplina de Modelagem Matemática de uma universidade pública do oeste do Paraná. Para as análises, foram utilizadas as gravações das aulas, que ocorreram de modo remoto devido ao momento pandêmico em que os dados foram produzidos, e dos momentos em que os grupos se reuniam para lidar com as atividades. Dentre os resultados da pesquisa, nos dedicamos, neste artigo, a discutir a categoria “As ações criativas são constituídas de modo colaborativo pelos estudantes”, que evidencia que a característica, ora cooperativa, ora colaborativa, das atividades de Modelagem, contribui para que as ações criativas sejam constituídas de modo colaborativo pelos estudantes, com a mediação do professor e, ainda, que o espaço para a dialogicidade e liberdade, neste ambiente, fortalece a constituição das ações criativas.

Palavras-chave: Educação Matemática. Criatividade. Modelagem Matemática. Licenciatura em Matemática.

ABSTRACT

This article discusses the creative actions of Mathematics undergraduates when dealing with Modeling activities in the context of a Mathematical Modeling discipline at a public university in western Paraná. For the analyses, recordings of classes were used, which occurred remotely due to the pandemic moment in which the data were produced, and the moments when the groups met to deal with the activities. Among the results of the research, in this article, we focus on the category “Creative actions are constituted collaboratively by the students”, which shows that the characteristic, sometimes cooperative, sometimes collaborative, of the Modeling activities, contributes to that the creative actions are constituted in a collaborative way by the students, with the mediation of the teacher and, also, that the space for dialogicity and freedom, in this environment, strengthens the constitution of creative actions.

Keywords: Mathematics Education. Creativity. Mathematical Modeling. Degree in Mathematics.

1 Doutora em Educação em Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Docente da Educação Básica, Técnica e Tecnológica do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Assis Chateaubriand/PR. E-mail: elenice.setti@ifpr.edu.br - ORCID: 0000-0002-3170-3396

2 Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Professor do Magistério Superior da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação, Mestrado Profissional, em Ensino de Matemática (PPGMAT - UTFPR) e do Programa de Pós-Graduação, Mestrado e Doutorado, em Educação em Ciências e Educação Matemática (PPGECEM - UNIOESTE), Toledo/PR. E-mail: rodolfovertuan@utfpr.edu.br - ORCID: 0000-0002-0695-3086

RESUMEN

Este artículo analiza las acciones creativas de estudiantes de grado en Matemáticas frente a actividades de Modelación en el contexto de una disciplina de Modelación Matemática en una universidad pública del oeste de Paraná. Para los análisis, se utilizaron grabaciones de clases, que ocurrieron de forma remota debido al momento de la pandemia en que se produjeron los datos, y los momentos en que los grupos se reunían para tratar las actividades. Entre los resultados de la investigación, en este artículo, nos enfocamos en la categoría “Las acciones creativas son constituidas colaborativamente por los estudiantes”, lo que muestra que la característica, a veces cooperativa, a veces colaborativa, de las actividades de Modelado, contribuye a que las acciones creativas se constituyen de manera colaborativa por los estudiantes, con la mediación del docente y, además, que el espacio de dialogicidad y libertad, en este ambiente, fortalece la constitución de acciones creativas.

Palabras-clave: Educación Matemática. Creatividad. Modelo matemático. Licenciado en Matemáticas.

INTRODUÇÃO

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos nos últimos 40 anos no intuito de fomentar o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, na Educação Básica e Superior, para ensinar Matemática (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013; BARBOSA, 2004; BIEMBENGUT; HEIN, 2009; BURAK, 2004; BLUM; NISS, 1991; BASSANEZI, 2002, entre outros). Diversas são as justificativas, dentre estas, que ao desenvolver atividades de Modelagem Matemática, os alunos podem desenvolver aprendizagens conceituais, tanto de Matemática como de outras disciplinas ou áreas do conhecimento, e aprendizagens procedimentais, como estratégias de resolução e algoritmos (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013; SETTI, 2017); aprendizagens de comunicação, ao lidar com conflitos, trabalhar em grupo e justificar suas ideias (VERTUAN; SILVA; BORSSOI, 2017); aprendizagens tecnológicas, ao lidarem com software de Modelagem, de simulação ou planilhas eletrônicas (SETTI, 2017) e aprendizagens metacognitivas, quando o aluno sabe em que possui dificuldades, no que precisa se dedicar mais, ou desenvolve experiências e reflete sobre elas ao se envolver em resoluções de atividades de Modelagem (VERTUAN; ALMEIDA, 2016; SETTI, 2017).

Associado à essas aprendizagens, muitos trabalhos mencionam, ainda, a relação existente entre o desenvolvimento de atividades de Modelagem e a criatividade (SETTI; VIANA; VERTUAN, 2019). No senso comum, ainda que em menor intensidade na atualidade, há uma compreensão de que a criatividade é uma característica de alguns poucos indivíduos. No entanto, a partir da década de 1950, pesquisadores vêm sugerindo que a criatividade, em maior ou menor grau, é uma característica que pode ser desenvolvida por todas as pessoas, ou seja, todo ser humano é criativo (KARWOWSKI; JANKOWSKA; SZWAJKOWSKI, 2017; ALENCAR; BRAGA; MARINHO, 2016) e que essa criatividade pode ser aprimorada ou estimulada (TORRANCE, 1976; ALENCAR, 2002; GONTIJO, 2007a, entre outros).

Entendemos que esta reflexão seja importante uma vez que a criatividade tem sido negligenciada no contexto escolar no que tange ao desenvolvimento cognitivo dos sujeitos (ALENCAR, 2007). Quando a criatividade é citada neste contexto, assim como em trabalhos da área de Educação Matemática, emerge, usualmente, como um “bordão” pedagógico, para justificar, sem fundamentação e sem dados empíricos, que algo feito por alguém é criativo ou que determinada proposta pedagógica desenvolve a criatividade dos estudantes (SETTI; VIANA; VERTUAN, 2019). Ou ainda, porque considera-se que o desenvolvimento do sujeito no contexto escolar e suas aprendizagens numa sociedade cada vez mais globalizada precisa considerar os aspectos da criatividade.

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa onde investigamos a ação criativa de licenciandos em Matemática quando estes lidam com atividades de Modelagem, no contexto de uma disciplina de Modelagem Matemática. Entendemos por “ação criativa” toda ação pertencente à função criadora do cérebro humano, ou seja, é uma atividade que não se confina à reprodução de experiências ou impressões vividas, é a realização ou a materialização da imaginação criativa (VIGOTSKI, 2014). De acordo com um dos princípios da abordagem da Psicologia Cultural da Criatividade (GLĂVEANU, 2014), “as ações criativas 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 e essa ação está sempre impregnada de um contexto.

Neste artigo nos dedicamos a discutir uma das categorias que emergiram da análise dos dados da pesquisa que intentava investigar “Como se constituem as ações criativas de um grupo de estudantes, licenciandos em Matemática, quando lidam com atividades de Modelagem Matemática?”, a de que: *as ações criativas são constituídas de modo colaborativo pelos estudantes.*

Para isso, neste texto, apresentamos um breve referencial teórico acerca da Modelagem Matemática em uma perspectiva da Educação Matemática, algumas considerações sobre criatividade, os aspectos metodológicos da pesquisa e discussões sobre essa categoria.

MODELAGEM MATEMÁTICA

Dentre os problemas educacionais que temos enfrentado no Brasil, um deles é o baixo índice de aprendizagem em Matemática de nossos estudantes, mensurado pelas avaliações em larga escala e pelas próprias avaliações escolares, como a edição de 2018 do Pisa, que revelou que “68,1% dos estudantes brasileiros, com menos de 15 anos de idade, não possuem nível básico de Matemática, considerado como o mínimo para o exercício da cidadania” (BRASIL, 2019). Reflexo destes problemas educacionais é a dificuldade em encontrar profissionais que saibam resolver problemas e que tenham autonomia, proatividade e criatividade em suas funções (BOALER, 2019).

Segundo Boaler (2019), a distância que existe entre a matemática que é ensinada na maioria das escolas e a matemática do mundo, faz com que os jovens estejam mal preparados para as exigências do trabalho e da vida. Neste sentido, muitos pesquisadores do campo da Educação Matemática vêm, ao longo dos últimos anos, investigando modos de enfrentar esta situação.

Neste contexto, entendemos ser relevante utilizar, nas salas de aula, problemas de matemática autênticos e que se utilizem de situações extramatemáticas para promover uma investigação. Do mesmo modo, promover a liberdade dos estudantes para que possam usar e desenvolver sua criatividade e autonomia, desde as séries iniciais até a conclusão da Educação Básica e, por que não, nos cursos superiores. Neste íterim é que se insere a Modelagem Matemática em uma perspectiva da Educação Matemática, “um procedimento criativo e interpretativo que estabelece uma estrutura matemática que deve incorporar as características essenciais do objeto ou fenômeno que pretende representar” (ALMEIDA; FERRUZZI, 2009, p. 120).

Existem diferentes perspectivas em relação à Modelagem Matemática. Enquanto alguns autores a defendem como uma prática pedagógica (SCHRENK; VERTUAN, 2022), outros a enxergam como uma metodologia (BURAK, 2004) e ainda há aqueles que a consideram uma alternativa pedagógica (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013) com grande potencial para o desenvolvimento de habilidades diversas nos estudantes, incluindo a criatividade. De modo geral, a característica fundamental da Modelagem é abordar, de forma matemática, situações-problema que não são essencialmente matemáticas (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013). Assim,

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, 2013, p. 12).

Uma atividade de Modelagem Matemática caracteriza-se principalmente com a presença das ações cognitivas que, de acordo com Flavell (1987), dizem respeito às atividades realizadas para alcançar objetivos cognitivos, ou seja, as metas a serem atingidas em cada processo cognitivo. A intensidade dessas ações pode variar em diferentes atividades e entre os estudantes (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013). Além disso, consideramos 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 investigar a situação, de preferência, no âmbito de um grupo. Deste modo, entendemos as ações criativas como sendo ações cognitivas.

A fase da inteiração é o momento em que o estudante vai conhecer o contexto de investigação da situação problemática inicial, buscar mais informações, se inteirar da situação. Nesta fase também ocorre a elaboração do problema de Modelagem. Entendemos “problema” como uma situação que traz questões em aberto e que desafiam intelectualmente o sujeito que não está de posse imediata dos métodos, procedimentos ou algoritmos de solução (BLUM; NISS, 1991). Quando o problema se refere a um contexto não necessariamente matemático e envolve dados autênticos deste contexto, o chamamos de problema de Modelagem (SETTI; WAIDEMAN; VERTUAN, 2021).

Tem-se [...] um problema quando uma, ou mais, das regras ou um, ou mais, dos procedimentos necessários ainda não estão na bagagem cognitiva do responsável por resolvê-lo; na ocasião, algumas dessas regras ou algum desses procedimentos poderiam inclusive estar em via de explicação; às vezes, é a própria sucessão de operações necessárias para resolver o problema que demandará um ato criativo por parte de quem precisa resolvê-lo (D'AMORE, 2007, p. 286).

Ao se deparar com uma situação problemática, o estudante identifica as suas intenções e as suas limitações para o desenvolvimento da atividade. A partir do momento que há a intenção, o estudante realiza ações cognitivas tanto implicitamente (por meio de procedimentos) quanto explicitamente (por meio de representações). Ao buscar compreender o problema fazendo aproximações ou idealizações, ele cria representações mentais da situação, desenvolvendo assim habilidades como: entendimento da situação, apreensão de significado, interpretação de fatos e informações, agrupamento de ideias. Neste sentido, a ação cognitiva identificada é a compreensão da situação. A partir da representação mental, ainda na formulação do problema, é necessário haver estruturação e/ou simplificações das informações acerca da situação, outra ação cognitiva (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013).

Na transição da situação real (problemática) para a representação mental, o estudante apresenta algum entendimento do problema. Ocorre uma reconstrução da situação, em um nível bastante implícito e inconsciente. Esta representação mental depende do estilo de pensamento matemático do estudante - imaginações visuais com fortes conexões com as próprias experiências ou foco nos números e fatos do problema que o indivíduo deseja combinar ou relacionar. Mesmo não entendendo de início o problema, o estudante pode continuar trabalhando na atividade (FERRI, 2006).

Ao analisar o percurso da elaboração de um problema de Modelagem por um grupo de licenciandos em Matemática, Setti, Waideman e Vertuan (2021), observaram cinco componentes envolvidos na ação de elaborar um problema de Modelagem, a saber:

1. componente do conhecimento prévio do que os alunos já sabem da situação investigada, e das várias vertentes que podem abarcar e encaminhamentos pelos quais os estudantes podem se enveredar;
2. componente dos entendimentos iniciais, concepções do que seria um problema, um problema de modelagem, do que seria modelagem;
3. componente do conhecimento matemático, do que se sabe sobre os conteúdos matemáticos que se vislumbra utilizar para investigar a situação;
4. componente do contexto da atividade, como quando os estudantes buscam construir um problema original e diferente do que os outros estudantes apresentarão;
5. componente do trabalho em grupo, no sentido de como as pessoas lidam umas com as outras em uma situação de investigação (SETTI; WAIDEMAN; VERTUAN, 2021, p. 19).

Neste sentido, os autores argumentam que a ação de elaborar um problema de Modelagem, embora seja ação primordial em Modelagem, também se constitui como um “problema” a ser resolvido no desenvolvimento da atividade.

Na fase de matematização ocorre a transformação da representação em linguagem natural para a linguagem matemática, evidenciando o problema a ser resolvido. Esta transformação é “mediada pelas relações entre as características da situação e os conceitos, técnicas e procedimentos matemáticos adequados para representar matematicamente essas características” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p. 16).

Para compreender o problema por meio da Matemática, ou seja, procurar respostas fundamentadas matematicamente, o estudante se utiliza de conhecimentos e habilidades para buscar regularidades e relações entre as informações/dados. Esta busca de uma linguagem matemática para evidenciar um problema matemático a ser resolvido é uma ação cognitiva identificada também como matematização (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013).

Entendemos que estas ações cognitivas estão presentes quando o estudante está envolvido com a situação de tal modo que há o desejo de se chegar à sua resolução, fase que

consiste na construção do modelo matemático com a finalidade de descrever a situação, permitir a análise dos aspectos relevantes da situação, responder às perguntas formuladas sobre o problema a ser investigado e até mesmo, em alguns casos, viabilizar a realização de previsões para o problema em estudo (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p. 16).

Para construir o modelo matemático da situação com o objetivo de responder o problema de Modelagem, o estudante precisa desenvolver o domínio de técnicas e procedimentos matemáticos. Para isso, utiliza conceitos, técnicas, métodos e representações, conhecimentos prévios, visão de padrões, ideias conhecidas para criar novas ideias e recursos tecnológicos. Esta ação cognitiva é chamada de síntese (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013).

É importante destacar que, na fase da matematização, é natural que o professor realize explicações para a turma. “A diferença desta ação numa aula de Modelagem, para a mesma ação numa aula convencional, é que esta ‘exposição’ se dá de forma dialogada com a turma e surge de uma

necessidade dos estudantes e não meramente para cumprir um protocolo ou uma ementa” (SETTI; VERTUAN, 2021, p. 22).

Por fim, na fase de Interpretação de Resultados e Validação, é realizada a análise de uma resposta ao problema. Esta resposta precisa ser validada, ou seja, é necessário que haja uma reflexão acerca da coerência do modelo criado e de sua validade (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013).

A ação cognitiva é caracterizada como interpretação e validação. Trata-se da análise de uma resposta para o problema, onde o estudante se depara com a necessidade de comparação e distinção de ideias, generalização de fatos, articulação de conhecimentos de diferentes áreas (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013).

Por fim, a conclusão do desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática se dá com a ação cognitiva comunicação e argumentação das respostas. Nesta ação, o estudante precisa convencer os demais de que a solução é razoável, tanto do ponto de vista matemático quanto de sua relação com a situação estudada (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013).

Neste contexto, evidenciamos que desenvolver atividades de Modelagem Matemática com os estudantes vai além de buscar trabalhar os conteúdos de Matemática de um modo contextualizado ou motivador. Fazer Modelagem na escola é assumir uma concepção de ensino de Matemática voltada ao pleno desenvolvimento do estudante e de suas competências e habilidades cognitivas e criativas.

CRIATIVIDADE

Geralmente, são dois os objetivos do uso da expressão criatividade em trabalhos de Modelagem Matemática, ou para afirmar que o desenvolvimento de atividades de Modelagem promove a criatividade dos estudantes ou para defender que os estudantes precisam ter criatividade para desenvolver as atividades (SETTI; VIANA; VERTUAN, 2019; MORETTI, 2022). No entanto, a natureza e a manifestação específica da criatividade em atividades de Modelagem ainda são temas pouco discutidos na academia.

De acordo com o dicionário online de Português [Dicio], “Criatividade” pode ser entendida como “originalidade; qualidade da pessoa criativa, de quem tem capacidade, inteligência e talento para criar, inventar ou fazer inovações na área em que atua. Capacidade de inventar, de criar, de compor a partir da imaginação”. Os pesquisadores de criatividade concordam que não há um consenso em relação ao significado do termo.

Vigotski (2014, p. 1), usa a expressão atividade criativa como “a atividade humana criadora de algo novo, seja uma representação de algum objeto do mundo exterior, seja uma construção da mente ou do sentimento característicos do ser humano”. O autor aponta que o ser humano possui dois tipos básicos de ação: a ação reprodutiva e a ação criativa. A ação reprodutiva está relacionada à memória, e consiste em reproduzir comportamentos vivenciados anteriormente. Já a ação criativa está relacionada à imaginação, à projeção do futuro ou de fatos muitos antigos que não foram vivenciados. Vigotski enfatiza, ainda, que se o ser humano não tivesse a capacidade criadora não seria capaz de se adaptar a situações novas ou mesmo criá-las.

Toda capacidade humana que não se restringe à reprodução de fatos e impressões vividas, mas que cria novas imagens e ações, pertence a essa segunda função criadora ou combinatória. O cérebro não é apenas um órgão que se limita a conservar ou reproduzir nossas experiências passadas, mas é também um órgão combinatório,

criador, capaz de reelaborar e criar, a partir de elementos de experiências passadas, novos princípios e abordagens (VIGOTSKI, 2014, p. 3).

É comum considerar um bom aluno aquele que reproduz fielmente o que o professor “ensina” em sala de aula, ou o que é apresentado nos livros textos e nos “famosos exercícios resolvidos”. Esse modo de caracterizar o bom aluno enfatiza a ação reprodutiva em detrimento da ação criativa. O impasse que pode emergir desta situação é que, quando o aluno se depara com uma situação diferente das que reproduziu, muitas vezes não tem condições de lidar com ela e nem sequer pensar em meios para fazer isso. Neste sentido, entendemos necessários a proposição e o desenvolvimento de atividades que promovam a ação criativa dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de sua criatividade, visto que, ao longo de sua vida, irá se deparar com problemas matemáticos e extra matemáticos que lhe exigirão habilidades que, muitas vezes, são suprimidas do contexto escolar.

É recente a pesquisa brasileira sobre criatividade, mais ainda sobre criatividade na Educação Matemática. Nakano e Wechsler (2007) reconhecem que as pesquisas acerca da criatividade vêm aumentando nos últimos anos “demonstrando ser um fenômeno importante para a compreensão do indivíduo” (NAKANO; WECHSLER, 2007, p. 261).

Segundo Neves-Pereira e Fleith (2020, p. 93), inspiradas em Csikszentmihalyi (2007), “para haver criatividade, não basta apenas um indivíduo, seja ele genial ou não. É necessário que exista uma sinergia entre várias instâncias que ultrapassam o sujeito”. Deste modo, Csikszentmihalyi retira do sujeito a supremacia da criação, pois o foco não está mais na genialidade do indivíduo, nem na expressão da criatividade, mas no equilíbrio entre as instâncias envolvidas.

De acordo com a Teoria de Sistemas, de que Csikszentmihalyi é um dos representantes, a criatividade resulta da interação entre três sistemas, indivíduo, campo e domínio. Nesse sentido, um produto criativo precisa convencer uma audiência que irá facilitar o seu ingresso no domínio ou não. Mesmo aceito pelo domínio, o produto pode não ser bem assimilado pela instância sociocultural ou não provocar impacto. Assim, o produto da criação poderá ser considerado criativo ou não, dependendo da avaliação do campo, que se configura como a dimensão dos *expertises*, que valida e insere no domínio as inovações. Já o domínio é a cultura, é quem provê conhecimentos e as regras simbólicas (NEVES-PEREIRA; FLEITH, 2020).

O Modelo da Imaginação Criativa de Vigotski, por sua vez, enfatiza as questões sobre a criatividade na infância e na adolescência, consideradas como criatividade cotidiana ou ordinária. Isso porque Vigotski explorou este tipo de criatividade, aquela que se “desenvolve por meio de um sistema que agrega a imaginação, a brincadeira e os processos de significação vivenciados pelos sujeitos em seus cursos de vida” (NEVES-PEREIRA; CHAGAS-FERREIRA, 2020, p. 110).

Neves-Pereira, Chagas-Ferreira (2020, p. 123) sintetizam as noções de desenvolvimento, cultura e criatividade, retratando a posição vigotskiana:

O processo de desenvolvimento da criatividade é regulado pelo contexto cultural ao qual pertence o sujeito agente do ato criativo. Sua expressão criativa individual reflete a influência do coletivo, da dimensão social, na qual ele, como agente, apenas exteriorizou o desejo, necessidade ou pensamento oriundo e emergente da cultural.

Neste sentido, “a criação é vista como resultado de interações complexas entre os elementos internos e externos ao sujeito que cria” (NEVES-PEREIRA; CHAGAS-FERREIRA, 2020, p. 123).

Tomando a cultura como elemento constituinte da criatividade, surge a Psicologia Cultural da Criatividade, uma teoria recente, fruto da dedicação de pesquisadores como Vlad Petre Glăveanu, Alex Gillespie e Jaan Valsiner. Glăveanu e Neves-Pereira (2020) apontam que as abordagens psicológicas culturais sobre a criatividade são baseadas em teorias socioculturais. Deste modo, utiliza-se de conceitos destas teorias para redefinir o vocabulário em criatividade, a saber: posições e perspectivas, dialogicidade, *wonder* e *affordances*. Esta abordagem engloba uma série de princípios:

1. A criatividade é um processo fundamentalmente social e colaborativo. [...] Criar significa sempre engajar-se em uma cocriação.
2. A criatividade também é um processo material - [...] quem cria também depende de objetos, lugares e instituições que conferem ao ato criativo a sua materialidade. [...]
3. A criatividade também é um processo simbólico - Ela utiliza signos e símbolos para significar e, mais importante, ressignificar a realidade.
4. As ações criativas são, sempre, marcadamente situacionais e/ou contextuais - [...] o processo criativo é mais bem compreendido como uma forma ou qualidade da ação, e que essa ação está impregnada de um determinado contexto. [...]
5. A criatividade é processo em desenvolvimento - [...] a criatividade desenvolve-se no decorrer do tempo (a) histórico, como, por exemplo, na evolução das ideias em uma sociedade; (b) ontológico, com o florescer da criatividade ao longo da vida do sujeito e (c) microgenético, com as transformações das práticas criativas por meio das interações em curso. [...]
6. A criatividade é parte de nossas vidas cotidianas [...]. A psicologia cultural da criatividade considera que existe um continuum e não uma ruptura entre a criatividade eminente e a criatividade cotidiana. O gênio e o sujeito criativo no dia a dia habitam cenários socioculturais e por eles são coconstituídos mutuamente. [...]
7. A criatividade contribui para com a sociedade e sua transformação - [...] a ação criativa não pode estar desconectada do seu impacto no mundo. A criatividade é necessária para resolver os problemas pessoais, grupais e sociais [...]. (GLĂVEANU; NEVES-PEREIRA, 2020, p. 144, grifos dos autores).

Desse modo, segundo essa perspectiva, a criatividade é um processo social e colaborativo; envolve cocriação; está presente em nossas vidas cotidianas e contribui para a transformação da sociedade. As ações criativas, portanto, são situacionais e contextuais, sendo influenciadas pelo contexto específico. Nesse sentido, interessamo-nos, de modo particular, pela constituição de ações criativas no âmbito do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, vivenciadas em uma disciplina de Modelagem Matemática de um curso de Licenciatura em Matemática.

O TRABALHO COLABORATIVO

De acordo com alguns autores, as atividades de Modelagem Matemática em sala de aula têm o trabalho em grupo como aporte (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013; BORSSOI; SILVA; FERRUZZI, 2021, p. 954). Assim como, as atividades de Modelagem são essencialmente cooperativas (ALMEIDA; DIAS, 2004; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013) ou colaborativas (VERTUAN; BORSSOI; ALMEIDA, 2013). Portanto, quando olhamos para a ação criativa no desenvolvimento de atividades de Modelagem, é imprescindível que consideremos a ação criativa de um grupo que trabalha, ou pelo menos

deveria trabalhar, de modo cooperativo ou colaborativo. No entanto, não basta colocar alunos sentados próximos uns dos outros para realizar uma atividade de Modelagem. Somente isso não é garantia de que as discussões ocorrerão. É preciso criar condições para que haja uma intencionalidade dos estudantes em relação à atividade (VERTUAN; BORSSOI; ALMEIDA, 2013).

Antes, todavia, é importante entendermos a diferença entre aprendizagem cooperativa e aprendizagem colaborativa. Para Elias, Behrens e Torres (2021), “o trabalho em grupo é a base para momentos de aprendizagem cooperativa e colaborativa” (p. 7). Para as autoras, em um ambiente de interação em momentos de aprendizagem cooperativa, o trabalho em grupo envolve a divisão de tarefas e considera a relação de interdependência entre os membros do grupo, tendo suas individualidades respeitadas. Já em um ambiente de aprendizagem colaborativa, os alunos precisam ter “momentos de interação, de tomada de decisões, de resolução de conflitos, podendo se envolver de maneira integral na troca de informações e na construção de novos conhecimentos, com atitudes críticas e visando ao aprendizado e ao crescimento cognitivo de todo o grupo” (ELIAS; BEHRENS; TORRES, 2021, p. 7).

De acordo com o exposto, acreditamos que ao trabalhar com Modelagem, a intenção do professor deve ser a de propor uma atividade que proporcione o trabalho colaborativo, e conseqüentemente, uma aprendizagem colaborativa.

Em atividades que envolvem a cooperação, o professor precisa se fazer presente em todo o processo, desde a divisão da equipe e das tarefas até momentos de mediação na resolução das atividades, devendo o ambiente propiciar a interação, além de se considerar o desempenho individual de cada aluno. Nos momentos de atividade de colaboração, os alunos precisam mostrar-se predispostos para o aprendizado, para as relações e atividades que desenvolverão. O professor fica à disposição deles, interferindo em poucas situações e somente quando solicitado, enquanto o aluno demonstra compromisso com toda a equipe, que, reunida, resolve problemas complexos, de maneira crítica. Portanto, na aprendizagem colaborativa, os discentes demonstram autonomia para o aprendizado e compreensão holística do desenvolvimento do trabalho (ELIAS; BEHRENS; TORRES, 2021, p. 7).

No entanto, não é porque o professor, ao trabalhar com Modelagem Matemática com a intenção que o trabalho em grupo seja colaborativo que, de fato, o trabalho será colaborativo (mesmo o trabalho se configurando como de Modelagem). Todavia, o que acreditamos que aconteça no ambiente de Modelagem é um trabalho em grupo que fica oscilando entre trabalho cooperativo e trabalho colaborativo. Há momentos em que os integrantes do grupo dividem as tarefas e cada um desenvolve o que ficou responsável e depois voltam e discutem o que cada um desenvolveu, há momentos em que todos param e discutem o que devem fazer, discutem uma ideia, dão novos encaminhamentos e há momentos em que cada um faz uma coisa, ou seja, não é nem cooperativo e nem colaborativo.

Em síntese, por mais que a intenção do professor ao propor o trabalho em grupo com atividades de Modelagem seja de que o trabalho aconteça de modo colaborativo e, que de fato o trabalho seja colaborativo em muitos momentos, há uma dinâmica entre cooperação e colaboração ou mesmo de trabalhos individuais de alunos sentados próximos uns aos outros. Esta dinâmica de trabalho se estabelece de acordo com os sujeitos, com o contexto, com a turma e com a atividade de Modelagem, onde o professor não tem total domínio, mas fica provocando para que o trabalho seja, na maior parte do tempo, colaborativo na sua essência, pelo menos.

Vertuan, Borssoi e Almeida (2013) justificam a essência colaborativa da atividade de Modelagem pelo fato de os alunos e professor conversarem sobre todo o encaminhamento da resolução e sobre os conceitos matemáticos que podem ou não ser utilizados para validar uma estratégia, ressignificar um conceito e resolver um problema.

Em consonância com o exposto, ao investigar o que se mostra de aprendizagem colaborativa de um grupo de licenciandos em Química quando desenvolvem uma atividade de Modelagem Matemática, Borssoi, Silva e Ferruzzi (2021) inferiram que “as interações que foram efetivadas possibilitaram que mais de uma voz fosse ouvida e considerada, ao mesmo tempo que os alunos realizavam investigações, correndo riscos e considerando o outro como um colaborador” (p. 954). As autoras evidenciaram no grupo analisado, os aspectos interatividade, sincronia na interação e negociação da aprendizagem colaborativa, descritos por Correa (2000). E ainda, “que os envolvidos se retroalimentam e as palavras de um acionam novas ideias e respostas no outro, que, juntos, chegam à solução da situação de forma síncrona” (p. 955).

Vertuan, Borssoi e Almeida (2013), reforçam, ainda, que considerar uma atividade de Modelagem como colaborativa é reconhecer o seu ambiente de desenvolvimento como um espaço de interação social que necessita do diálogo entre os sujeitos, além dos registros escritos e da palavra falada, para que a atividade se concretize. Concordamos com Alro e Skovsmose (2006) e Ferruzzi e Almeida (2015) que o diálogo é uma conversação com qualidades, que visa a aprendizagem, onde não há relações de dominação e os participantes acreditam uns nos outros, engajam-se e cooperam.

Em sua tese de doutorado intitulada “Interações discursivas e aprendizagem em Modelagem Matemática”, Elaine Cristina Ferruzzi, investigou as interações que emergem durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem em sala de aula, buscando identificar características para a compreensão do papel destas interações na aprendizagem dos alunos. Ferruzzi (2011) se apoia em autores como Barbosa (2006), Vigotski (1993) e Alro e Skovsmose (2006) para discorrer sobre interações e o seu papel na aprendizagem dos alunos. Segundo a autora, os “espaços de interação” discutidos por Barbosa no desenvolvimento de atividades de Modelagem já se constituiu como foco de pesquisas na área e esse interesse surge a partir das argumentações de Vigotski sobre a importância das interações para a aprendizagem, considerando que o conhecimento é construído na e pela interação. Deste modo, segundo o autor, o indivíduo realiza mais em um ambiente de interação do que poderia realizar sozinho. Ferruzzi (2011) concluiu que as interações oportunizadas pelas atividades de Modelagem contribuem significativamente para a aprendizagem do aluno.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A presente investigação é do tipo qualitativa. Este tipo de pesquisa “depende da relação observador-observado [...]. A sua metodologia por excelência repousa sobre a interpretação e várias técnicas de análise do discurso” (p. 12-13). Ainda de acordo com o autor, a pesquisa qualitativa “lida e dá atenção às pessoas e às suas ideias, procura fazer sentido de discursos e narrativas que estariam silenciosas” (p. 21).

Deste modo, em uma pesquisa qualitativa, entendemos que não há como estabelecer procedimentos sistematizados a priori, nem replicar fielmente procedimentos utilizados por outros pesquisadores, sem antes conhecer o pesquisado e o seu contexto, e assim criar a própria metodologia de pesquisa ou adaptar uma metodologia já utilizada. Pois como reitera D’Ambrósio ao mencionar um dizer de Antonio Machado: “Caminhante, não há caminho. Faz-se caminho ao andar” (D’AMBRÓSIO, 2004, p. 21).

Assim, “o caminho” da metodologia da presente pesquisa qualitativa, que tem como questão de investigação - Como se constituem as ações criativas de um grupo de estudantes, licenciandos em Matemática, quando lidam com atividades de Modelagem Matemática? - foi se constituindo à

medida que caminhávamos nas leituras, na produção e revisitação aos dados. E ainda, nas adequações realizadas frente aos obstáculos causados pela Pandemia.

Os dados foram coletados na disciplina de Modelagem Matemática I de um curso de licenciatura em Matemática em uma universidade pública no oeste do Paraná. Além do professor regente, participaram como professores colaboradores desta disciplina, esta pesquisadora e seu orientador e outra doutoranda do mesmo programa.

A turma era composta por 19 estudantes que cursavam o 7º período (semestre) da Licenciatura. Com o objetivo de compreender a ação criativa dos estudantes ao lidarem com atividades de Modelagem, foi decidido eleger um dos cinco grupos constituídos pelos estudantes, para realizar as análises. O *corpus* da pesquisa consistiu na produção, ações e falas dos membros do grupo selecionado, composto por 5 estudantes.

Após a apresentação e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, as duas 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, na plataforma Google Meet, foram gravadas pelo recurso da referida plataforma. Os momentos de discussão em grupo, todavia, foram realizados na plataforma Skype. A escolha desta plataforma se deu por possibilitar aos professores visitarem todos os grupos, 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.

A disciplina abrangeu a elaboração de problemas de Modelagem, desenvolvimento e compartilhamento de atividades de Modelagem encontradas na literatura, criação de atividades de Modelagem, conversas com professores pesquisadores em Modelagem, leitura e reflexão de textos sobre Modelagem em sala de aula.

Para a análise dos dados, foram utilizadas as gravações de todas as aulas e dos momentos de reunião do grupo. Os participantes foram codificados em ordem alfabética, como E1 para estudante 1, E2 para estudante 2, e assim por diante. O professor regente foi codificado como PR, os demais professores pesquisadores como PO (professor orientador), Pesq1 (pesquisadora e autora deste texto) e Pesq2 (outra doutoranda que acompanhava as atividades). Ainda, quando houve intervenções de estudantes de outros grupos, eles foram codificados como EA, para estudante apresentador, porque estavam atuando como apresentadores da atividade de Modelagem. As gravações foram revisadas várias vezes e os momentos de interação do grupo e do grupo com a turma foram transcritos na íntegra.

O método de análise dos dados foi inspirado em Setti, Waideman e Vertuan (2021), que estabelece quatro etapas: Reconhecimento do corpus, Internalização, Interpretação do corpus e Análise do Esquema de Percurso de Elaboração. No entanto, para esta pesquisa, as etapas foram adaptadas de acordo com as necessidades da investigação.

A etapa de Reconhecimento do corpus envolveu a revisitação das gravações de todos os encontros com a turma e do grupo selecionado, transcrição dos diálogos e leitura prévia das transcrições. As transcrições foram organizadas de acordo com cada atividade desenvolvida pelo grupo, em ordem cronológica e codificadas como A1, A2, A3, etc.

A etapa de Internalização das ações dos estudantes no contexto do grupo foi realizada por meio da releitura das transcrições e revisitação das gravações, quando necessário. Durante a Internalização, foram feitas inferências sobre os processos cognitivos dos estudantes, destacando os momentos em que houve manifestação de ações que contribuíram para o processo criativo, chamadas de constatações.

Após o processo de internalização, ocorreu a etapa de Interpretação do corpus, que consistiu na interpretação das constatações estabelecidas, resultando em sínteses das ações empreendidas pelo grupo. As sínteses correspondem a uma interpretação das constatações à luz da questão de pesquisa, constituindo um movimento analítico dos dados.

AS AÇÕES CRIATIVAS SÃO CONSTITUÍDAS DE MODO COLABORATIVO PELOS ESTUDANTES

A categoria “As ações criativas são constituídas de modo colaborativo pelos estudantes”, surgiu da junção dos agrupamentos “intervenções que denotaram características específicas em relação ao grupo”, “intervenções que denotaram decisões que o grupo precisou tomar no decorrer do desenvolvimento da atividade” e “características e fragilidades do desenvolvimento de atividades de Modelagem em um ambiente remoto”.

Observamos que algumas das ações criativas constituídas no âmbito do grupo se deram a partir da necessidade de interação com o outro, ou seja, de promover o diálogo. De acordo com Vigotski (1993), o conhecimento é construído na e pela interação, e esta, de acordo com Alro e Skovsmose (2006) pode se configurar como diálogo quando influenciam positivamente a aprendizagem, não havendo relações de dominação e em que os participantes desta interação acreditem uns nos outros e possuam engajamento e cooperação (ALRO; SKOVSMOSE, 2006; FERRUZZI; ALMEIDA, 2015).

Observamos que quando os estudantes trabalharam em grupo para o desenvolvimento das atividades de Modelagem, as produções se deram de modo colaborativo. Neste contexto, também as ações criativas se revelaram ações compartilhadas, construídas pelos diferentes membros do grupo por meio de discussões e manifestações que interferiram e influenciaram modos de pensar e fazer desse coletivo, um coletivo que não seria e não existiria se não fosse pela dinâmica específica estabelecida pelos sujeitos do grupo.

O trabalho do grupo se mostrou colaborativo mesmo com as aulas e encontros tendo ocorrido em formato remoto. Acreditamos que isso se deve ao fato de que os alunos já se conheciam antes do início desta disciplina. Eles tinham uma vivência de presencialidade em outras disciplinas que aconteceram antes da pandemia. Como a maioria estava no 7º período, contabilizava mais da metade da carga horária do curso no modo presencial. Então, acreditamos que a intimidade construída presencialmente é que permitiu a constituição tão rápida de interações com a qualidade de diálogo.

Na constituição das ações criativas, observamos que a colaboração ocorreu quando, ao lidar com as atividades de Modelagem, os integrantes do grupo buscavam realizar a leitura e discussão das situações conjuntamente, de modo a facilitar a compreensão do problema, em um movimento de “pensar juntos” (Quadro 1).

Quadro 1 - Episódio³ 24 [Atividade A9 - Abelhas⁴].

E1: [...] ler e ir discutindo, tentar entender, porque aquela vez que a gente separou para eu e a E3 começar a fazer, a gente leu e olha, não sei se é eu e ela, mas o negócio estava meio difícil, eu achei né. [A9.Ex1]

Fonte: Dados produzidos na pesquisa.

Os estudantes manifestaram que a compreensão do problema realizada em grupo é melhor do que a compreensão individual, sugerindo, assim, uma valorização do trabalho “com” o outro. No processo de inteiração dos estudantes com o tema de investigação, eles se ajudavam no esclarecimento das dúvidas, denotando assim o trabalho colaborativo, característico da Modelagem Matemática (Quadro 2-A). Observamos também que os estudantes buscaram trabalhar sempre em grupo, já que as primeiras experiências individuais não surtiram bons resultados. Assim, criaram um grupo no WhatsApp e trocaram ideias nos períodos em que não estavam em aula (Quadro 2-B).

Quadro 2 - Episódio 25 [Atividade A9 - Abelhas].

A - E2: a E3 compartilha e eu vou lendo e vocês, a gente vai tirando as dúvidas. [...] [A9.Ex2]

B - E2: Mas, enfim, acho que dá pra ir pesquisando, conversando, qualquer coisa manda no grupo. [A9.Ex32]

Fonte: Dados produzidos na pesquisa.

Outro aspecto evidenciado nas ações criativas do grupo foi o interesse que cada membro apresentava pelo raciocínio do outro. Em Modelagem, se instaura a necessidade de compreender e avaliar a sugestão de encaminhamento ou mesmo os cálculos feitos pelo outro. O interesse pelo raciocínio do outro é uma condição para o trabalho colaborativo, em grupo, e para o sucesso da atividade.

Neste sentido, o diálogo no grupo se mostrou fator primordial para a constituição das ações criativas, pois contribuiu com a organização das ideias e a identificação de possíveis equívocos no entendimento da situação. No exemplo seguinte, o diálogo inicial de E2 e E4 foi no sentido de tentar entender o comportamento dos estouros das pipocas no micro-ondas ao longo do tempo⁵. Como a atividade foi experimental e um integrante do grupo, em sua residência, procedeu com o estouro de um pacote de pipoca e a contagem de grãos não estourados no instante t , o grupo precisava definir quais informações eles utilizariam para investigar a situação (Quadro 3). Além disso, foi por meio do diálogo e das legitimações das interações e do investimento nos gatilhos provocadores que as ações criativas foram sendo constituídas.

³ Os episódios são trechos dos diálogos do grupo de estudantes que deram origem às constatações e sínteses no processo de análise dos dados. Do conjunto de episódios do relatório de pesquisa de doutorado, para este artigo, alguns são utilizados, mas mantendo sua numeração referente ao conjunto de dados.

⁴ Neste artigo, optamos por considerar excertos das manifestações dos estudantes durante a realização de diferentes atividades de Modelagem desenvolvidas no decorrer de um semestre letivo, ao invés de considerar suas manifestações em só uma atividade, tanto por entendermos que os diferentes resultados da pesquisa advêm das características específicas de cada atividade e do movimento gerado também por elas, quanto por termos como foco do artigo a constituição da ação criativa, de modo colaborativo, pelos estudantes, durante suas experiências com Modelagem e não a apresentação de uma ou outra resolução matemática empreendida pelo grupo. Informamos, todavia, que foram desenvolvidas 12 atividades, cujos temas foram: Depressão na Universidade; Namofobia; Coronavírus; Volume da Maçã; Plantação de Batatas; Vai uma pipoca aí?; A matemática do vai e vem das marés; Medindo a quantidade de chuva; Abelhas; Modelando um movimento; Quanto uma criança gasta em fraldas?; Vamos fazer velas?

⁵ Atividade do livro Modelagem Matemática na Educação Básica (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013).

Quadro 3 - Episódio 26 [Atividade A6 - Vai uma pipoca aí?].

E4: Ô E2, você anotou assim com quanto tempo, mais ou menos, elas pararam de estourar? Que tipo, que começou a estourar só uma ou outra.
E2: hummm... não, quando ela foi parando?
E4: isso.
E2: não... tipo, o pico?
E4: é, tipo, começou no 58 e parou, sei lá...
E2: Ah, ela parou com três minutos, quando acabou, né. Quando acabou, ainda estourou uma.
E4: Mas até ali ela estava estourando bastante ou assim para o final ficou uma ou outra?
E2: não não... uma ou outra... isso.
E4: É, não, eu queria saber quanto tempo ela estava estourando bastante. **[A6.Ex2]**

Fonte: Dados produzidos na pesquisa.

Observamos, ainda, que, por mais que apenas um membro do grupo acabasse realizando as tarefas, como construir os gráficos no Excel ou realizar cálculos, os demais membros estavam o tempo todo monitorando a realização do planejamento que construíram colaborativamente. Na atividade A6, sobre o estouro da pipoca, ao enunciar os três pontos referentes aos instantes em que o grupo tinha conhecimento da quantidade de grãos não estourados, E2 considera a quantidade de grãos de pipoca não estourados nos dois primeiros pontos e a quantidade de grãos estourados no terceiro ponto. E4 estava atenta e chamou a atenção para a necessidade de decidir se trabalhariam com os grãos estourados ou com os grãos não estourados (Quadro 4).

Quadro 4 - Episódio 27 [Atividade A6 - Vai uma pipoca aí?]

E2: Não... o zero, ele seria 485. O 58 é 484 e o último, é 446.
E4: Não, é que tem que decidir, ou fazer com os grãos estourados ou com os grãos não estourados.
E2: Por quê? Hummmmm
E3: [deletou os pontos] tá, então o primeiro ponto?
E4: Se for fazer com os grãos estourados, seria zero zero.
E3: zero zero?
E4: é... tempo zero e grãos estourados, zero.
E1: isso... tá certo ali, E2, a foto, não tá?
E4: é que antes a EA começou a falar e no tempo zero ela colocou, no caso, 485 grãos não estourados. Acho que por isso que confundiu. **[A6.Ex6]**

Fonte: Dados produzidos na pesquisa.

Assim como neste exemplo, em outras situações houve intervenções no encaminhamento da resolução por algum membro atento do grupo (Quadro 5).

Quadro 5 - Episódio 28 [Atividade A4 - Volume da maçã].

E2: Porque é assim. Qual é a fórmula do volume? A fórmula do volume é quatro terços de pi erre ao quadrado, só que a gente não tem o erre. Isso que a gente fez ali, do comprimento da circunferência, foi para descobrir o erre, pra jogar na fórmula do volume. Entendeu?

[...]

E4: você está usando a fórmula do volume da esfera?

[...]

E4: Ô E2, eu estava olhando aqui, essa fórmula quatro terços vezes pi, vezes erre ao cubo...

E2: é ao quadrado.

E4: então... isso é pra ser volume da circunferência? Ao quadrado?

E2: não. Eu peguei o comprimento da circunferência e o volume da esfera.

E4: Ah tá, mas heim, o volume da esfera é ao cubo. Procura lá. [A4.Ex5]

Fonte: Dados produzidos na pesquisa.

Observamos também algumas especificidades no que tange às decisões que precisavam ser tomadas no desenvolvimento das ações criativas no decorrer das atividades de Modelagem. O grupo buscou tomar as decisões em conjunto, pensando em desenvolver as atividades dentro das possibilidades do contexto remoto em que estavam.

Dentre as decisões tomadas pelo grupo, observamos a busca por abordar uma matemática que já tinham domínio ou que, pelo menos, já haviam tido contato anteriormente. Essa decisão apareceu fortemente, por exemplo, na atividade A9, em que o grupo preparou um seminário sobre as Abelhas⁶. Outras decisões tomadas pelo grupo incidiram nas simplificações que precisavam fazer no desenvolvimento das atividades (Quadro 6-A), na escolha do problema ao desenvolver de acordo com a disponibilidade de dados, conversões de uma representação para outra para pensar melhor e dar encaminhamentos (Quadro 6-B) e alteração do encaminhamento de investigação após a coleta dos dados.

Quadro 6 - Episódio 29 [Atividade A3 - Coronavírus e A11 - Fraldas]

A - E3: [...] do dia doze até o dia dezesseis ficou confirmado somente seis casos, então não era viável a gente deixar esses quatro dias com o mesmo tanto de casos confirmados. [A3.Ex4]

B - E1: [...] então a gente achou melhor construir um gráfico de barras pra gente olhar melhor essas respostas. [A11.Ex6]

Fonte: Dados produzidos na pesquisa.

Como já mencionado, é importante destacar que estes aspectos da constituição das ações criativas no âmbito do grupo foram observados no formato remoto e que este formato apresentou algumas limitações nas ações do grupo, tais como instabilidade na conexão de internet, impossibilidade de interação física ou gestual (Quadro 7), distrações ocorridas no local onde o estudante estava presencialmente e indisposição para participar das discussões.

⁶ Atividade do livro Modelagem Matemática n Ensino (BIEMBENGUT; HEIN, 2009).

Quadro 7 - Episódio 30 [Atividade A8 - Medindo a quantidade de chuva].

EA: como que eu posso fazer isso sem mostrar visualmente, mas vamos lá, E3, pensa assim, é, imagina primeiro, né, um metro quadrado, perfeitinho. [A8.Ex15].

Fonte: Dados produzidos na pesquisa.

No entanto, o grupo buscou superar estas limitações, de modo a progredir no desenvolvimento das atividades e, conseqüentemente, das ações criativas. Para superar a impossibilidade de interação física e gestual, buscaram descrever verbalmente o que tinham intenção de mostrar, ou se utilizaram dos recursos tecnológicos, como o GeoGebra, o WhatsApp e a própria transmissão em vídeo no GoogleMeet e no Skype.

Desse modo, inferimos que as ações criativas de um grupo de estudantes, licenciandos em Matemática, ao lidarem com atividades de Modelagem se constituíram de modo colaborativo, onde as interações, consideradas diálogos, aconteceram de modo a superar os obstáculos postos pelo modo remoto em que os encontros do grupo e da turma se deram, dando possibilidade para o desenvolvimento das atividades e para a emergência das ações criativas do grupo.

O TRABALHO COLABORATIVO EM MODELAGEM E A CRIATIVIDADE

Uma de nossas inferências é de que quando os estudantes trabalham em grupo para desenvolver as atividades de Modelagem, as produções se dão de modo colaborativo, a partir das interações entre os seus integrantes e entre eles e o professor e que, neste contexto, as ações criativas se revelam ações compartilhadas, construídas pelos membros do grupo por meio de discussões e manifestações que contribuem com o modo de pensar coletivo do grupo.

Neste sentido, entendemos que as ações criativas de um grupo de estudantes que lida com atividades de Modelagem são potencializadas por este ambiente colaborativo, constituindo assim ações criativas colaborativas, resultado da interação e do diálogo dos integrantes do grupo. A criatividade emergente dessas ações se caracteriza como uma criatividade do grupo, que possui influência social e cultural do ambiente em que o grupo está inserido, corroborando os aspectos da Criatividade Distribuída (GLĂVEANU, 2013), da Criatividade Grupal (SAWYER, 2012; JUNG; LEE, 2019) e da Criatividade Compartilhada (CARVALHO, 2019).

As pesquisas sobre criatividade pautadas na psicologia cultural (GLĂVEANU, 2013), consideram que mesmo as criações ditas individuais se pautam pelas experiências de vida dos sujeitos nas interações sociais (CARVALHO, 2019). Assim, toda ação criativa pode ser considerada como uma cocriação (GLĂVEANU, 2013).

Carvalho (2017; 2019) buscou compreender como pode ocorrer o fenômeno criativo em coletivos reunidos para construir conhecimento matemático, analisando as relações de poder durante o processo de emergência da criatividade em resolução de problemas abertos. O autor utiliza o termo Criatividade Compartilhada para se referir à criatividade coletiva sob o olhar da cognição compartilhada e das considerações sobre a criatividade distribuída de Glăveanu (2014), e a define como um “fenômeno que ocorre em coletivos nos quais as pessoas reúnem-se para realizar algum tipo de atividade, trazendo suas marcas individuais e contribuindo com o compartilhamento cognitivo e afetivo de suas experiências de vida” (CARVALHO, 2019, p. 94).

O autor concluiu que a turma analisada foi mais criativa quando trabalhou coletivamente do que individualmente, mesmo sem a intervenção do professor, e que eles foram ainda mais criativos quando houve mediação de poder. Ao trabalhar individualmente, os sujeitos, todavia, contam somente com recursos cognitivos que estão disponíveis no momento de produção das ideias, recorrendo às suas memórias e às “vozes” que fizeram parte de suas vivências.

Neste contexto, quando um grupo de estudantes desenvolve atividades de Modelagem Matemática e, de fato, trabalham em grupo para buscar soluções para o problema apresentado, as ações criativas emergentes dinamizam entre cooperativas e colaborativas. Estas ações também sofrem influências das interações sociais dos envolvidos na atividade, constituindo assim uma cocriação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao buscar responder à questão de investigação: *Como se constituem as ações criativas de um grupo de estudantes, licenciandos em Matemática, quando lidam com atividades de Modelagem Matemática?*, destacamos a categoria “*As ações criativas são constituídas de modo colaborativo pelos estudantes*”.

A característica, ora cooperativa, ora colaborativa, das atividades de Modelagem contribui para ações criativas constituídas de modo colaborativo pelos estudantes, com mediação do professor. O espaço para a dialogicidade e liberdade fortalece a constituição das ações criativas.

Além da “bagagem” de conhecimento de cada estudante, a inteiração no grupo, o diálogo e o trabalho cooperativo e colaborativo, dão suporte para a constituição da ação criativa do grupo. Além disso, as ideias que surgem nessa inteiração, necessitam ser legitimadas pelos demais para que sejam empreendidas e a ação criativa seja colocada em movimento. As ideias que não são legitimadas, não são empreendidas, no entanto, podem influenciar outras ideias quando ecoam de algum modo.

Toda ideia é uma manifestação de criatividade, seja ela pequena como a luz emitida por um vagalume, ou majestosa como o clarão de um relâmpago. A necessidade, enquanto desejo, provocada no contexto de proposição da atividade de Modelagem tem uma contribuição relevante para a constituição de ações criativas mais ou menos originais, pois é a necessidade que “move” o sujeito enquanto membro de um grupo a colaborar no desenvolvimento da atividade.

O campo da pesquisa em criatividade é bastante amplo e possui diversas vertentes. Pesquisar um “pedacinho” deste campo sob a ótica sociocultural da criatividade nos possibilitou compreender aspectos importantes da criatividade que até então não tínhamos encontrado na literatura consultada, como a apresentada neste artigo. Assim, há possibilidades de continuidade nas pesquisas focando o aspecto colaborativo da criatividade no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática.

Em vista de todo o exposto, compreendemos que criar vai além de reproduzir. Criar é mobilizar ações cognitivas específicas que darão novos sentidos ou usos a algum artefato, com vistas a superar obstáculos e resolver problemas. Criar é colocar uma imagin(ação) em movimento, é superar uma dificuldade e é estar emocionalmente envolvido. Criar é uma ação compartilhada e resultado de diferentes conhecimentos, estratégias, vozes e significados!

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. M. L. S. de. **Como desenvolver o potencial criador**: um guia para liberação da criatividade em sala de aula. 9. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

ALENCAR, E. M. L. S. de. Criatividade no contexto educacional: três décadas de pesquisa. **Psicologia: Teoria e Pesquisa** [online]. Brasília, v. 23, n. spe, p. 45-49, 2007.

ALENCAR, E. S.; BRAGA, N. P. ; MARINHO, C. D. **Como desenvolver o potencial criador**. 12. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2016.

ALMEIDA, L. M. W. de; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Boletim de Educação Matemática (Bolema)**, Rio Claro, n. 22, p. 19-35, 2004.

ALMEIDA, L. M. W.; FERRUZZI, E. C. Uma aproximação socioepistemológica para a modelagem matemática. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 117-134, 2009.

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P. ; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1. ed., 1. reimpressão. São Paulo: Contexto, 2013.

ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como? **Veritati**, Lisboa, n. 4, p. 73-80, 2004.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 5. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2009.

BLUM, W.; NISS, M. Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects - state, trends and issues in mathematics instruction. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 22, n. 1, p. 37-68, 1991.

BOALER, J. **O que a Matemática tem a ver com isso?: como professores e pais podem transformar a aprendizagem da matemática e inspirar sucesso**. 1.ed. Tradução de Daniel Bueno. Porto Alegre: Penso, 2019.

BORSSOI, A. H., SILVA, K. A. P. da; FERRUZZI, E. C. Aprendizagem Colaborativa no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 35, n. 70, p. 937-958, 2021.

BRASIL. Site do Ministério da Educação - MEC. 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/83191-pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil>. Acesso em: 04 out. 2022.

BURAK, D. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2004. p. 1-10.

CARVALHO, A. T. de. Criatividade compartilhada em matemática: a emersão de soluções coletivas. **Educação Matemática em Revista**, Porto Alegre, v. 2, n. 18, p. 7-17, 2017.

CARVALHO, A. T. de. **Criatividade compartilhada em matemática: do ato isolado ao ato solidário**. 2019. 359 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

- CSIKSZENTMIHALYI, M. **The Systems Model of Creativity**: the collected works of Mihaly Csikszentmihalyi. 1. ed. New York: Springer, 2014.
- D'AMBRÓSIO, U. Prefácio. In: BORBA, M. de C.; ARAÚJO, J. de L. (org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. p. 11-22.
- D'AMORE, B. **Elementos de Didática da Matemática**. 1.ed. Tradução de Maria Cristina Bonomi. São Paulo: Livraria da Física, 2007.
- ELIAS, A. P. DE A. J.; BEHRENS, M. A.; TORRES, P. L. Cooperar e colaborar em processos de aprendizagem: Uma análise dos conceitos. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. e38027, ago. 2021.
- FERRI, R. B. Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. **ZDM**, v. 38, n. 2, p. 86-95, 2006.
- FERRUZZI, E. C. **Interações discursivas e aprendizagem em Modelagem Matemática**. abril, 2011. 228 f. Tese (Doutorado em ensino de ciências e Educação Matemática) -Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.
- FERRUZZI, E. C.; ALMEIDA, L. M. W. de. Diálogos em modelagem matemática. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, p. 377-394, 2015.
- FLAVELL, J. H. Speculations about the nature and development of metacognition. In: WEINERT, F. E.; KLUWE, R. H. (ed.). **Metacognition, motivation and understanding**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1987, p. 21-29.
- GLĂVEANU, V. P. Rewriting the Language of Creativity: The Five A's Framework. **Review of General Psychology**, v. 17, n. 1, p. 69-81, março. 2013.
- GLĂVEANU, V. P. **Distributed Creativity**: thinking outside the box of the creative individual. New York: Springer, 2014.
- GLĂVEANU, V. P. ; NEVES-PEREIRA, M. S. Psicologia cultural da criatividade. In: NEVES-PEREIRA, M. S.; FLEITH, D. de S. (org.). **Teorias da Criatividade**. 1.ed. Campinas: Alínea, 2020. p. 142-168.
- GONTIJO, C. H. **Relações entre Criatividade, Criatividade em Matemática e Motivação em Matemática de alunos do Ensino Médio**. 2007. 206 f. Tese (Doutorado em Psicologia) - Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- JUNG, H; LEE, K. Um estudo de caso de atividades de modelagem matemática de apoio através da expressão de procedimentos de criatividade de grupo. **Academia Coreana de Matemática**, Seul, v. 22, n. 2, p. 133-161, 2019b.
- KARWOWSKI, M.; JANKOWSKA, D. M.; SZWAJKOXSKI, W. Creativity, Imagination, and Early Mathematics Education. In: LEIKIN, R.; SRIRAMAN, B. **Creativity and Giftedness, Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond**. 1.ed. Springer, 2017. p. 7-22.
- KLÜBER, T. E. Modelagem Matemática: revisitando aspectos que justificam a sua utilização no ensino. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. **Modelagem Matemática**: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações. 2. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016. p. 41-58.

- MORETTI, A. M. P. **O termo criatividade em relatos de experiência de atividades de modelagem matemática na educação matemática**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal do Paraná, Assis Chateaubriand, 2022.
- NAKANO, T. de C.; WECHSLER, S. M. Criatividade: características da produção científica brasileira. **Avaliação Psicológica**, v. 2, n. 6, p. 261-270, 2007.
- NEVES-PEREIRA, M. S.; CHAGAS-FERREIRA, J. F. O modelo da imaginação criativa de Vigotski. In: NEVES-PEREIRA, M. S.; FLEITH, D. de S. (org.). **Teorias da Criatividade**. 1.ed. Campinas: Alínea, 2020. p. 113-139.
- NEVES-PEREIRA, M. S.; FLEITH, D. S. O modelo sistêmico da criatividade de Mihaly Csikszentmihalyi. In: NEVES-PEREIRA, M. S.; FLEITH, D. de S. (org.). **Teorias da Criatividade**. 1.ed. Campinas: Alínea, 2020. p. 87-112.
- SAWYER, R. K. **Explaining Creativity: The Science of Human Innovation**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2012.
- SCHRENK, M. J; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática como prática pedagógica: uma possível caracterização em Educação Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 24, n. 01, p. 194-224, 2022.
- SETTI, E. J. K. **Modelagem Matemática no Curso Técnico de Informática Integrado ao Ensino Médio**: um trabalho interdisciplinar. 2017. 261 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.
- SETTI, E. J. K.; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática no Curso Técnico de Informática Integrado ao Ensino Médio: uma abordagem interdisciplinar. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 2, p. 1-25, mar. 2021.
- 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: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2019, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SBEM, 2019. p. 1-15.
- SETTI, E. J. K.; WAIDEMAN, A. C.; VERTUAN, R. E. Percursos da Elaboração de um Problema no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 35, n. 70, p. 959-980, 2021.
- TORRANCE, E. P. **Criatividade**: medidas, testes e avaliações. Trad. Aydano Arruda. 1.ed. São Paulo: IBRASA, 1976.
- VERTUAN, R. E. ALMEIDA, L. M. W. Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 1070-1071, dez. 2016.
- VERTUAN, R. E.; BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. de. O papel da mediação e da intencionalidade em atividades de modelagem matemática. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 7, n. 3, p. 63-80, 2013.
- VERTUAN, R. E.; SILVA, K. P. ; BORSSOI, A. H. Modelagem Matemática em disciplinas no Ensino Superior: o que manifestam os estudantes? **Educere et Educare, Revista de Educação**, Cascavel, v. 12, n. 24, p. 01-15, jan./abr. 2017.
- VIGOTSKI, L. S. **Imaginação e Criatividade na infância**. Tradução de João Pedro Fróis. São Paulo: WMF, 2014.

RECEBIDO EM: 30 jun. 2023

CONCLUÍDO EM: 17 nov. 2023