

FORMAÇÃO INICIAL EM MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA ANÁLISE DE CICLOS ELABORADOS POR FUTUROS PROFESSORES

Joice Caroline Sander Pierobon Gomes
Universidade Estadual de Londrina - UEL
joicepierobon@hotmail.com

Letícia Barcaro Celeste Omodei
Universidade Estadual do Paraná – campus de Apucarana – UNESPAR
Universidade Estadual de Londrina - UEL
leticia.celeste@unespar.edu.br

Lourdes Maria Werle de Almeida
Universidade Estadual de Londrina – UEL
lourdes@uel.br

RESUMO

Este artigo apresenta uma investigação a respeito do uso de atividades de modelagem matemática e elaboração de um ciclo de modelagem. Neste contexto descrevemos e analisamos uma atividade de modelagem desenvolvida por 13 alunos da disciplina de Modelagem Matemática do 4º ano de licenciatura em matemática, tendo como objetivo contribuir para consolidação de atividades de Modelagem Matemática no contexto da formação inicial de professores de matemática. O corpus de análise da pesquisa foi coletado por meio de produções escritas e anotações da professora pesquisadora. Os aspectos metodológicos da pesquisa nos direcionaram para uma análise qualitativa de dados, feita por meio dos pressupostos da análise de conteúdo. Os resultados provenientes das análises apontam o modo como os alunos, futuros professores de matemática resolvem a atividade e como elaboraram um ciclo de modelagem a fim de compreender qual o processo de modelagem vivenciado na atividade. A partir das análises é possível inferir que os estudantes sabem fazer esquemas de modelagem, sejam eles o ciclo ou apenas uma indicação das fases da atividade. Pelo ciclo é possível visualizar os processos de modelagem percorridos pelo grupo e inferir por quais etapas da modelagem os grupos passaram no desenvolvimento da atividade.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Ciclo de Modelagem; Formação inicial.

INTRODUÇÃO

A última edição da CNMEM, realizada em Maringá (PR) no ano de 2017 teve como tema central a Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: história, atualidades e projeções. Na conferência realizada além de dar continuidade à realização das Conferências, a décima edição da CNMEM teve caráter comemorativo dos 10 anos de

Conferência, que reuniu e fortaleceu grupos que pensam, discutem e desenvolvem trabalhos com a Modelagem Matemática (KATO, 2017).

Nesse contexto, essa pluralidade de grupos alimentou discussões que permearam entre ampliar e aprofundar discussões teóricas acerca da Modelagem Matemática; divulgar investigações e produções científicas da área da Modelagem Matemática; estimular a produção de conhecimento por meio da Modelagem Matemática e divulgar e promover discussões acerca de pesquisas em Modelagem Matemática em nível nacional e internacional.

Essas discussões que vem ocorrendo ao longo das dez edições refletem a relevância e, magnitude que a CNMEM têm para a comunidade brasileira de pesquisadores em Modelagem Matemática. Assim, o presente artigo tem como proposta fortalecer e discutir a prática da Modelagem Matemática no ambiente de formação inicial de professores.

Partindo da necessidade de expansão desse campo de estudo, o objetivo deste artigo é contribuir para consolidação de atividades de Modelagem Matemática com base nas reflexões relatadas a partir de uma prática de modelagem no contexto da formação inicial de professores de matemática, e insere-se na formação de pesquisa das autoras na trajetória de formação continuada no âmbito de doutorado.

Como fator de convergência para esta investigação, a pesquisa foi desenvolvida com estudantes do quarto ano do curso de Licenciatura em Matemática em uma instituição pública. Para tanto, a atividade proposta fundamentou-se na Modelagem Matemática enquanto alternativa pedagógica (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012), aliada a elaboração de um esquema (ciclo de modelagem) que representasse a atividade realizada. Na atividade proposta, a temática surgiu da reportagem apresentada por uma emissora brasileira de televisão a respeito do uso de agrotóxico em lavouras que ameaça a polinização feita por abelhas.

Assim, este artigo destaca: a Modelagem Matemática - com enfoque nos ciclos de Modelagem - na formação de professores; os aspectos metodológicos referentes à pesquisa; a atividade de modelagem: contexto, descrição e análise e, por fim, apresentamos nossas considerações finais.

MODELAGEM MATEMÁTICA E OS CICLOS DE MODELAGEM

A Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática é considerada nova, tendo pouco mais de trinta anos de existência (BIEMBENGUT, 2009). No entanto, ao

longo desse período, muitos autores se dedicaram a pesquisas com relação a esta tendência da Educação Matemática (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012; BARBOSA, 2001; BURAK, 1992, 1994, 2014; CALDEIRA, 2009). Como sua difusão no contexto da Educação Matemática aconteceu em diversas regiões do Brasil, diferentes concepções a respeito dessa tendência também passaram a ser consideradas.

Na literatura há diferentes definições para a Modelagem Matemática. Alguns autores a compreendem como metodologia (BURAK, 2014), como alternativa pedagógica (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012), enquanto concepção de Educação Matemática (CALDEIRA, 2009), ou como ambiente de ensino e de aprendizagem (BARBOSA, 2001), dentre outras. Porém, todas essas definições convergem com o objetivo de ensinar Matemática, independente do contexto (dentro e fora da Matemática).

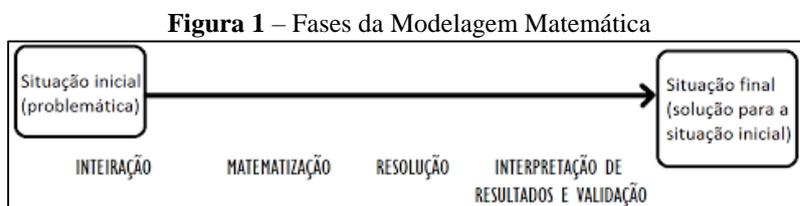
Burak (1992) considera a Modelagem Matemática como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar matematicamente os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões” (BURAK, 1992, p. 62), ou seja, a Modelagem Matemática “busca trabalhar os conteúdos matemáticos de forma a possibilitar a construção de conceitos matemáticos, estabelecendo relações com o cotidiano; aplicações matemáticas e sua importância para a Educação Matemática” (BURAK, 1992, p. 62).

Neste artigo vamos assumir a concepção de Almeida e Brito (2005) que compreendem a Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica em que se faz uma abordagem, por meio da matemática, de um problema não essencialmente matemático. Sendo assim, a Modelagem Matemática parte de uma situação inicial, também conhecida como problemática, e chega a uma situação final, que corresponde à solução para a problemática inicial, a solução encontrada é o modelo matemático¹, ou seja, concordando com Almeida, Silva e Vertuan (2012, p.15), modelo matemático “é o que ‘dá forma’ à solução do problema” e está sempre associado a uma representação, que pode ser algébrica, tabular, pictórica, textual, etc.

Conforme é argumentado em Almeida (2010), no processo de transição da situação inicial para a final é mobilizado um conjunto de procedimentos e conceitos, na intenção de amparar, orientar e, de certo modo, organizar o desenvolvimento de atividades de modelagem matemática. Estes procedimentos compreendem, segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012),

¹ Modelo matemático pode ser entendido como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam situações, fenômenos ou objetos reais a serem estudados (FERRUZZI, 2003).

as fases: *inteiração*, *matematização*, *resolução*, *interpretação de resultados* e *validação*. O processo está apresentado na figura 1.



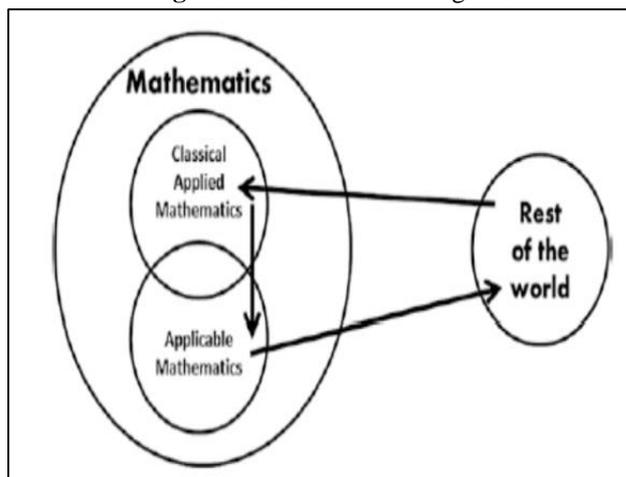
Fonte: Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 15)

O entendimento da situação-problema por parte dos estudantes podemos considerar como a *inteiração*. Na *matematização* acontece a transição da linguagem natural para a linguagem matemática, e neste percurso consideramos o levantamento de hipóteses e definição de variáveis. Para *resolução* do problema, conceitos matemáticos são necessários para a obtenção do modelo matemático, e a *interpretação* e *validação* consistem em fases em que se interpreta e discute a solução obtida por meio da *resolução* - obtenção do modelo matemático.

Quando a interpretação e a validação não acontecem, é preciso que se retorne aos procedimentos anteriores, isso caracteriza uma dinamicidade na atividade de modelagem, ou seja, entre “idas e vindas” os procedimentos são flexíveis. Deste modo, os autores citados anteriormente reconhecem que tão importante quanto a solução para o problema são os procedimentos adotados que permeiam a situação inicial para a situação final.

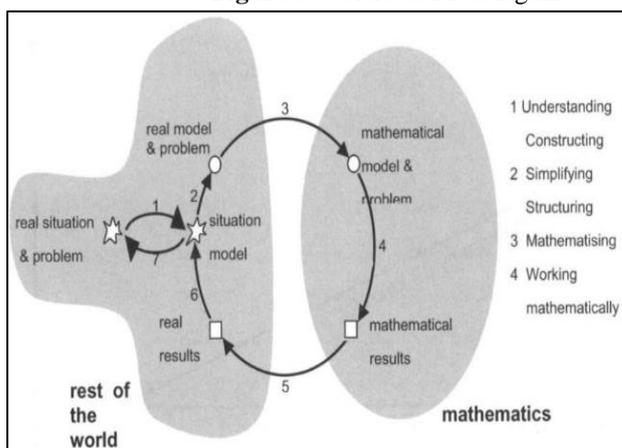
Almeida e Silva (2015) destacam que ao percorrer estes procedimentos, um dos caminhos a serem adotados pelos modeladores podem ser expressas nos ciclos de modelagem. Na literatura há uma diversidade de formas para apresentar os ciclos de modelagem. Exemplificamos com dois deles, que são utilizados com frequência na comunidade de modelagem matemática.

Figura 2 – Ciclo de Modelagem de Pollak



Fonte: Pollak (1979, p. 233)

Figura 3 – Ciclo de Modelagem



Fonte: Blum e Leiß (2007, p. 225)

O ciclo apresentado por Pollak (1979), figura 2, influenciou fortemente no desenvolvimento de outros ciclos de modelagem matemática, principalmente em pesquisas voltadas à Educação Matemática. A partir deste ciclo, muitos outros foram elaborados com base em reformulações e, assim, novas representações detalhadas do ciclo surgiram (PERRENET; ZWANEVEL, 2012).

Os autores citados anteriormente ainda complementam que essas diversidades de ciclos estão diretamente relacionadas a perspectiva de modelagem no qual estão inseridos (BORROMEO FERRI, 2006; KAISER; SCHEWARTZ, 2006). Deste modo é possível encontrar muitas modificações, extensões e melhorias com relação a diferentes ciclos (PERRENET; ZWANEVEL, 2012).

Kaiser, Blum e Sriraman (2006), ressaltam que, ao optar por um ciclo de modelagem, devemos nos atentar a função deste ciclo no processo de ensino. No entanto, vale ressaltar que, em quase todos os ciclos de modelagem podemos encontrar alguns pontos comuns, como a clara distinção de dois mundos: realidade e matemática, além dos processos de transição. Esse ponto comum se deve ao fato do tipo de problema utilizado em determinado contexto e, para entender o que significa modelagem matemática, é muito útil e importante que esses dois mundos sejam apresentados separadamente (BORROMEU FERRI, 2018).

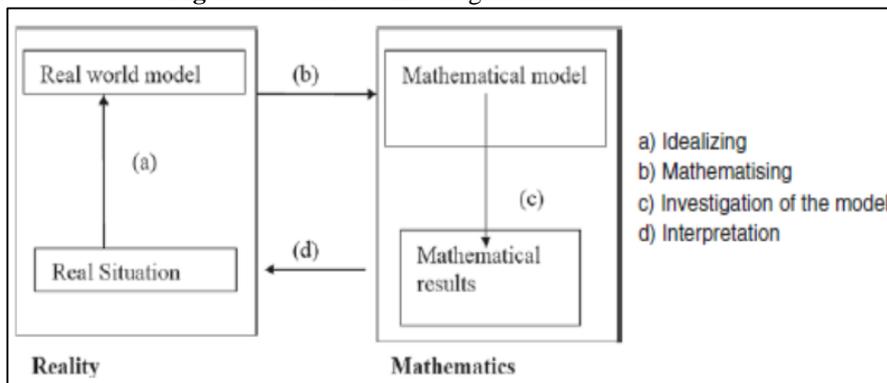
Para essa autora, o trabalho com o ciclo de modelagem pode ter um forte impacto no desenrolar de uma atividade de Modelagem Matemática, pois ao modelar a situação, os alunos “são capazes de estruturar seus procedimentos e trabalhar em um nível metacognitivo” (BORROMEU FERRI, 2018, p. 127). Ela ainda complementa que seu uso voltado a formação de professores proporciona ao docente compreender qual a finalidade do ciclo e no que ele será útil, uma vez que o ciclo não é apenas um modelo teórico que caracteriza os processos de modelagem, mas pode se constituir em um instrumento de aprendizado para estudantes e em um instrumento de diagnóstico para professores.

Deste modo, é importante ressaltar que o futuro professor ao ser discente em uma disciplina de Modelagem Matemática torna-se um aluno modelador, sendo assim, destacamos que é importante que compreendam termos como “modelo real” ou “matemático” para que possam se habituar e construir modelos reais e matemáticos na prática. Fazendo isso, eles entendem o que significa modelagem matemática e que seus processos não são lineares, mas têm que passar algumas fases várias vezes para obter um resultado aceitável para a questão dada. Por isso, “o ciclo de modelagem é útil e não é muito difícil para os alunos entenderem” (BORROMEU FERRI, 2018, p. 127).

O ciclo no qual nos pautamos para esta pesquisa foi selecionado por apresentar um ponto de vista didático e pedagógico. Este ciclo apresenta-se como uma ferramenta significativa para as aulas de modelagem, em particular, por conta das quatro etapas claramente organizadas, conforme a figura 4. O foco principal está na separação entre realidade e matemática, ou seja, separando-as como “dois mundos”, assim como no ciclo de Pollak (1979). Começando pela situação real, que se relaciona ao problema a ser investigado, o modelador precisa idealizar a situação real para construir um modelo real. Partindo para a próxima etapa, segue-se para a simplificação dos dados para a matematização e a construção de um modelo matemático, essa, por sua vez, é pautada na resolução, por meio de algum conceito, obtendo resultados matemáticos. Por fim, segue-se para etapa final: interpretação

do(s) resultado(s) matemático(s). Vale destacar que esse processo dinâmico deve ter orientação do professor durante todo desenrolar da atividade.

Figura 4 – Ciclo de modelagem matemática



Fonte: Borromeu Ferri (2018, p. 22)

CONTEXTUALIZAÇÃO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Com a finalidade de investigar *como alunos modelam uma situação-problema e elaboram um esquema (o ciclo) em uma atividade de Modelagem Matemática*, foi proposta uma situação a ser investigada em uma turma de alunos do 4º ano do curso de Licenciatura em Matemática na disciplina de Modelagem Matemática.

A proposta da atividade surgiu da temática discutida no GRUPEMMAT² em um dos seus encontros e foi levada para turma da pesquisadora, segunda autora deste artigo e professora regente da turma, que foi a responsável pela condução da atividade e coleta de dados. A atividade envolveu 13 alunos matriculados na referida disciplina e teve duração de 2 encontros de 4 horas cada. Os dados coletados consistiram em produções escritas dos alunos, e anotações em caderno de campo da professora pesquisadora. A pesquisa teve natureza qualitativa/interpretativa em que, segundo Lüdke e André (1986), deliberações sobre o que se pretende investigar são mediadas pelo referencial teórico e as interpretações dos pesquisadores acerca dos dados sob análise.

Para a análise dos dados, foi utilizada a Análise de conteúdo que, segundo Bardin (1977) apresenta-se como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 2004, p.37)

²GRUPEMMAT – Grupo de pesquisa sobre modelagem matemática e Educação Matemática / Universidade Estadual de Londrina

Três fases caracterizam o método de Análise de conteúdo, ou ainda, três polos cronológicos: pré-analítico; exploração do material; tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A fase pré-analítica é a fase de organização, consiste em operacionalizar e sistematizar as ideias iniciais. A exploração do material consiste essencialmente em operações de codificação, decomposição ou enumeração. Por fim, há o tratamento dos resultados, os quais são tratados de maneira a serem significativos e válidos para que permitam estabelecer quadros que contenham os resultados, diagramas, figuras e modelos, os quais colocam em relevo as informações fornecidas pela análise, e ainda podem permitir propor inferências e interpretações a propósito dos objetivos previstos. (BARDIN, 2004)

ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA: CONTEXTUALIZAÇÃO, DISCUSSÃO E ANÁLISE

O desenvolvimento da atividade se deu a partir de uma reportagem apresentada em um programa de televisão aberta, em maio de 2019, a respeito da morte de milhões de abelhas em diferentes estados brasileiros, afirmando que a situação ameaça o equilíbrio das áreas de cultivo dessas abelhas. Deste modo, a professora da turma iniciou a atividade com a discussão de algumas considerações sistematizadas nesta reportagem como descrito no quadro 1, a fim de apresentar a situação-problema aos alunos.

Após a discussão do tema, a professora sugeriu aos alunos que investigassem um problema: *O uso de agrotóxicos pode influenciar o cenário de produção nacional de mel?* - tendo como suporte a situação-problema apresentada. Os alunos também deveriam ao final da atividade elaborar um ciclo que representasse o desenvolvimento da atividade. Para isso, a professora expôs os ciclos das figuras 2 e 4, fez explanações que ela julgou necessárias e pediu que os estudantes elaborassem o ciclo com base no esquema da figura 4.

Quadro 1 – Situação-problema.

Sabemos que as abelhas são importantes para a vida. Muitos sites na internet sobre o tema, atribuem a Albert Einstein (1879 – 1955) o seguinte pensamento: “Se as abelhas desaparecerem da face da Terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem flora não há animais, sem animais, não haverá raça humana”. Assim, podemos afirmar que o mundo sem abelhas não seria só um mundo sem mel, mas também sem frutas, sem árvores, sem vida.

A afirmação de Einstein pode não ser completamente verdadeira nos dias de hoje, pois existe a agricultura mecanizada, a polinização artificial. O uso da tecnologia contribui para que haja outras maneiras de se obter alimento sem que as abelhas sejam consideradas indispensáveis. Porém, a maior parte dos alimentos cultivados depende da polinização. Só que alguns agrotóxicos usados em lavouras estão matando as abelhas e ameaçando o equilíbrio tão importante para todos nós.

Fonte: Plano de aula da professora.

Algumas informações que foram disponibilizadas pela professora, faziam referência ao uso de agrotóxico em lavouras. Para tanto foi estimado quantas abelhas existem em média

em uma colmeia - 80 000 abelhas (BASSANEZI, 2002); como ocorre a contaminação por agrotóxicos e a alta taxa de mortalidade das abelhas.

De posse dessas informações os treze estudantes da turma se reuniram em cinco grupos (duplas ou trios), nos quais, a partir das informações apresentadas, indagaram a respeito de várias questões que poderiam (ou não) ser investigadas. No entanto, perceberam que precisariam de mais informações para realizar a atividade e, conseqüentemente, coletaram outros dados em sites da internet, em livros e em conversas com um produtor de mel da região.

Com o objetivo de analisar os aspectos da Modelagem Matemática, foi realizada uma análise específica dos ciclos provenientes das resoluções dos alunos, desenvolvidas pelos grupos. Essa análise viabilizou a codificação, na qual foram definidas as seguintes unidades de registro para a unidade de contexto “Ciclos de Modelagem Matemática”, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Unidades de contexto e registro

Unidade de contexto	Unidade de Registro	Síntese	Códigos
Ciclos de Modelagem Matemática	Responde o problema.	Apenas respondem o problema proposto e validam os resultados encontrados.	G1, G3
	Responde o problema proposto e outro problema.	Respondem o problema proposto, formulam outro problema e apresentam uma solução para ele.	G2, G4
	Apresenta outro esquema.	Não apresentam um ciclo, apenas as fases da modelagem.	G5

Fonte: Dados da pesquisa.

DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE REGISTRO

Com a categoria de análise definida, foi possível realizar uma análise específica dos dados provenientes dos ciclos de modelagem organizados pelos alunos e descritos a seguir.

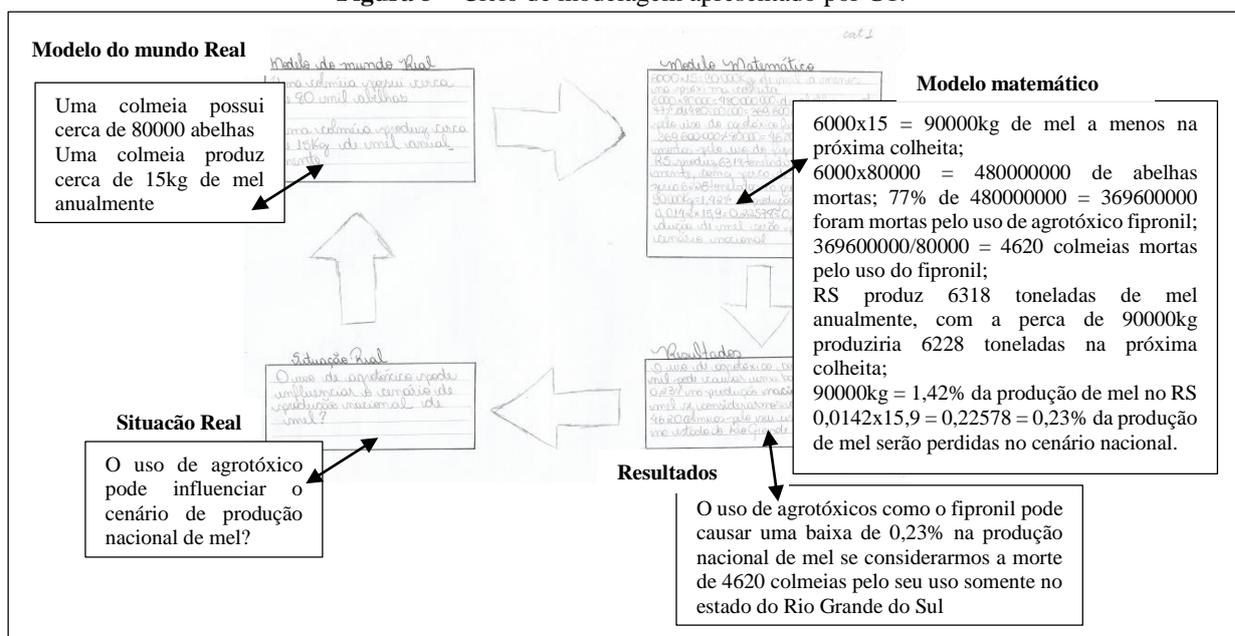
UNIDADE DE REGISTRO: RESPONDE O PROBLEMA

O problema proposto pelas pesquisadoras consistia em determinar a influência do uso de agrotóxicos para a produção nacional de mel. Pelo ciclo de modelagem (figura 5) produzido por G1, podemos inferir que os estudantes apenas buscaram dados para responder a esse problema, sem esboçar uma proposta de solução para que a situação deixe de ser, de fato, um problema. Eles procuram dados somente com relação à morte das abelhas e produção de mel no Rio Grande do Sul, por ser esse o maior estado brasileiro produtor de mel e onde houve a maior taxa de mortalidade do inseto em questão. Porém, consideramos

que a produção de mel nos outros estados também é relevante para a economia nacional e deveria ser utilizada como dado para a obtenção do modelo.

Assim, podemos inferir que o processo de matematização de G1 se mostrou de maneira simplista, ou seja, poderiam ter incluído outras hipóteses, que abarcassem mais dados relativos ao cenário nacional, visto que a compreensão de matematização no âmbito de uma atividade de Modelagem Matemática corresponde a um aspecto relevante da atividade. A tradução da situação-problema para a linguagem matemática é classificada por Biembengut (1999) como a etapa mais desafiante da modelagem. Neste sentido Almeida e Silva (2015) consideram que, o enfrentamento de desafios está ancorado na criatividade, na experiência de quem faz modelagem.

Figura 5 – Ciclo de modelagem apresentado por G1.

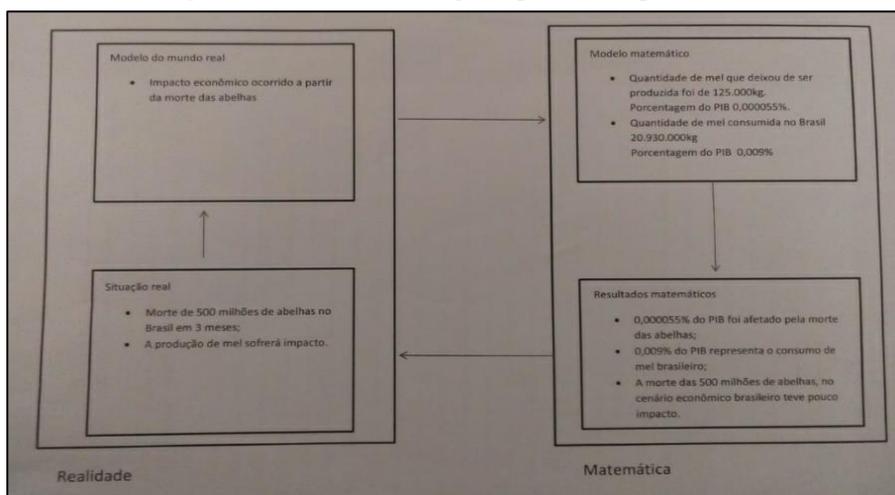


Fonte: Relatório dos estudantes

G3, por sua vez, relaciona a diminuição na produção de mel ao PIB brasileiro e conclui que “[...] a morte de 500 milhões de abelhas, no cenário econômico brasileiro teve pouco impacto” (Relatório dos estudantes). No ciclo de modelagem (figura 6) elaborado pelos estudantes, podemos inferir que G3 entendeu o processo de modelagem e obteve resultados pouco satisfatórios ao problema. Por se tratar de um curso de graduação e que os estudantes serão professores de matemática, seria interessante abordar outras variáveis, que decorrem da produção de mel e não foram abordadas para a obtenção do modelo. Por

exemplo, sabe-se que o Brasil é um dos maiores exportadores de mel³ e não foi analisado o decréscimo da população de abelhas com relação à exportação deste produto. Isso está de acordo com Omodei e Almeida (2019, p. 12), ao defenderem que em uma atividade de modelagem é importante “mostrar um investimento na produção de modelos matemáticos que possam favorecer respostas mais robustas para o fenômeno investigado”. Por isso, inferimos que a validação do modelo fica prejudicada, uma vez que faltam dados importantes para afirmar que houve um pequeno impacto na produção nacional de mel.

Figura 6- Ciclo de Modelagem apresentado por G3.



Fonte: Relatório dos estudantes.

UNIDADE DE REGISTRO: RESPONDE O PROBLEMA PROPOSTO E OUTRO PROBLEMA

Esta unidade é composta pela produção de dois grupos de estudantes (2 e 4). Pelo ciclo de modelagem (figuras 7 e 8, respectivamente) elaborado por cada um desses grupos, é possível ver que, além de responderem ao problema proposto inicialmente, formulam um outro problema relacionado ao tema, buscando uma solução para que a situação (problema inicial) deixe de ser considerada um problema.

Quadro 4- Problema formulado pelo grupo de estudantes.

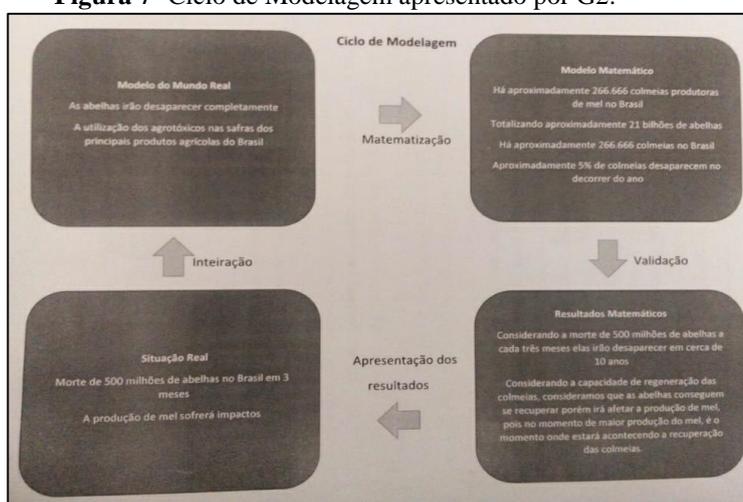
G2	Se no Brasil fosse implantada uma lei [em] que [afirma que] cada município precisa manter um número x de colmeias em função de seus moradores, quantas colmeias Apucarana precisaria manter para recuperar a quantidade de abelhas mortas? (Relatório dos estudantes)
G4	As abelhas conseguem se recuperar dessa perda?

Fonte: Relatório dos estudantes.

³De acordo com a ABEMEL (Associação Brasileira dos Exportadores de Mel), o Brasil esteve entre os 15 maiores exportadores de mel no mundo de 2000 a 2016 (não havia dados de 2017 a 2019).

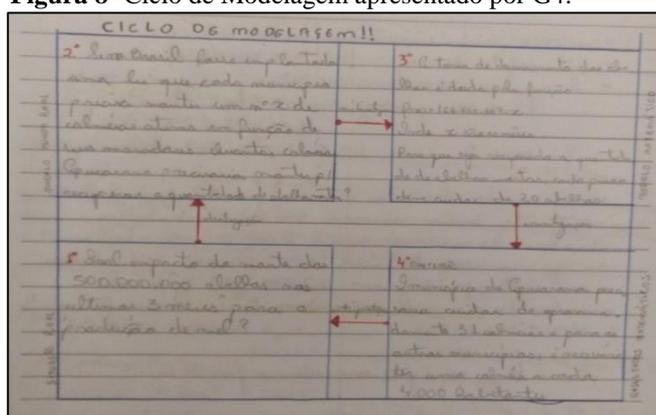
Consideramos relevante o que os estudantes fizeram, pois, além de apresentar uma solução matemática satisfatória ao problema inicial, tiveram a preocupação em apresentar uma solução para que não houvesse a diminuição na população de abelhas e, assim, a queda na produção de mel deixe de acontecer. Isso nos parece interessante, pois percebem que algo pode ser feito, antes que aconteça esse desastre: as abelhas deixarem de existir. Esse processo de modelagem está de acordo com a perspectiva da modelagem matemática crítica, ao que Barbosa chama de “discussões reflexivas”, pois “funcionam como a entrada para pensar sobre o papel da matemática na sociedade” (BARBOSA, 2006, p. 298).

Figura 7- Ciclo de Modelagem apresentado por G2.



Fonte: Relatório dos estudantes.

Figura 8- Ciclo de Modelagem apresentado por G4.



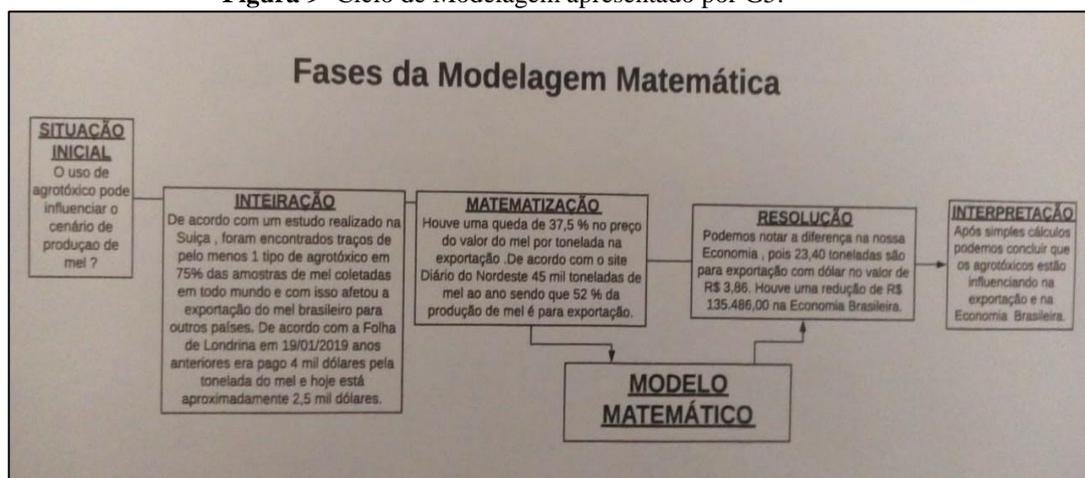
Fonte: Relatório dos estudantes.

UNIDADE DE REGISTRO: APRESENTA OUTRO ESQUEMA

Nesta unidade de registro está incluída o esquema (figura 9) elaborado por G5. Ele contém as fases da modelagem propostas por Almeida, Silva e Vertuan (2012), ou seja, não apresenta o ciclo conforme solicitado pela professora. Porém, consideramos que o processo

de modelagem seguido pelo grupo é válido, pois é possível notar que o grupo obtém uma solução viável para o problema “Houve uma redução de R\$135.486,00 na economia brasileira” (Relatório dos estudantes). Para isso, buscou outros dados, incluindo a informação: “[...] foram encontrados traços de pelo menos 1 tipo de agrotóxico em 75% das amostras de mel coletadas [...] isso afetou a exportação de mel brasileiro para outros países” (Relatório dos estudantes).

Figura 9- Ciclo de Modelagem apresentado por G5.



Fonte: Relatório dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração nosso interesse em investigar *como alunos modelam uma situação-problema e elaboram um esquema (o ciclo) em uma atividade de Modelagem Matemática* dirigimos nossa atenção para o desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática. Para tanto, levantamos algumas considerações que nos permitiram evidenciar aspectos que se referem a como futuros professores lidam com uma atividade de Modelagem Matemática.

Com as leituras estabelecidas para elaboração do quadro teórico, podemos evidenciar que uma atividade de Modelagem Matemática pode ser representada pelos ciclos de modelagem, o que vai na direção dos objetivos deste artigo. Desta forma, ponderar que a construção de ciclos de modelagem é uma ferramenta para a aprendizagem e também um instrumento de avaliação, face necessário quando voltamos nossos olhares a formação inicial do professor de matemática, visto que o mesmo se encontra no processo de formação em modelagem matemática.

Neste sentido, a construção dos ciclos elaborados pelos alunos lhes proporciona pensar sobre sua experiência com modelagem, todavia, o enfrentamento de desafios também

está ancorado na criatividade, na experiência de quem faz modelagem, em sintonia com o que sugere Barbosa (2004), de que futuros professores devem vivenciar e experimentar experiências de modelagem matemática na formação inicial.

O desenvolvimento da atividade de modelagem, a partir das informações e hipóteses selecionadas, ainda que associada a uma matemática não tão robusta, faz com que o modelo matemático encontrado está fortemente ancorado no conhecimento extra matemático dos estudantes. Isso pode ser observado quando os estudantes elaboraram o ciclo de modelagem. Em termos gerais, a pesquisa realizada nos permite evidenciar o sucesso ou o insucesso dos estudantes na atividade, no que se refere à obtenção de ciclo de modelagem, está em grande medida associado ao sucesso ou ao insucesso da matematização que realizam.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W.; BRITO, D. S. Atividades de modelagem matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir? **Ciência & Educação** (Bauru). v.11, n.3, p. 483-498, 2005.

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Modelagem Matemática na Licenciatura em Matemática: contribuições para o debate. **Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 2, p. 1-21, 2003.

ALMEIDA, L. M. W. de; SILVA, K. A. P. da; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012.

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, H. C. S. A Matematização em Atividades de Modelagem Matemática. **Alexandria** Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.8, n.3, p.207-227, 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977, 3. ed., 2004. 223p

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema**, Rio Claro, v. 14, n. 15, p. 5-23, 2001.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: Concepções e experiências de futuros professores **Tese** (doutorado em educação). UNESP, Rio Claro, 2004.

BARBOSA, J. C. Mathematical modelling in classroom: a socio-critical and discursive perspective. **ZDM** The International Journal on Mathematics Education, Eggenstein, Leopoldshafen, v. 38, n. 3, p. 293-301, 2006.

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

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática: Implicações no Ensino-Aprendizagem de Matemática**. Editora da FURB, 2009.

BORROMEU FERRI, R. **Theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process**. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, v. 38, n. 2, p. 86-95, 2006.

BORROMEU FERRI, R. **Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education**. 1ed. Springer International Publishing: 2018.

BLUM, W.; LEIB, D. How do students and teachers deal with modelling problems? In C. Haines et al. (Eds.), **Mathematical modelling: Education, engineering and economic**. Chichester: Horwood, p.222-231.2007.

BURAK, D. Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino e aprendizagem. **Tese** (doutorado educacional). Faculdade de Educação. Universidade de Campinas – Unicamp. Campinas, 1992.

BURAK, D. Critérios norteadores para a adoção da Modelagem Matemática no Ensino Fundamental e Secundário. **Zetetiké**. v.2, n. 2, p. 10-27, 1994.

BURAK, D. Modelagem Matemática nos diferentes níveis de ensino: uma perspectiva. In: Encontro Paranaense De Modelagem Em Educação Matemática, 12, 2014. **Anais...** Campo Mourão, 2014.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria** Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.2, p.33-54, jul. 2009.

FERRUZZI, E. C. A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos Superiores de Tecnologia. 2003. 161f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2003.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **ZDM – The International Journal on Mathematics Education**, v. 38, n. 3, p. 302-310, jun., 2006.

KATO, L. A. **Carta de apresentação**. Conferência Nacional Sobre Modelagem na Educação Matemática - CNMEM. **Anais**. Maringá – PR. 2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2013.

OLIVEIRA, W. P. Modelagem matemática nas licenciaturas em matemática das universidades estaduais do Paraná. 2016. 155 f. **Dissertação** (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR, 2016.

OMODEI, L. B. C; ALMEIDA, L. M. W. Uma atividade de modelagem matemática com aspectos autênticos. In: XIII ENEM – Encontro Nacional de Modelagem na Educação Matemática n. 13, 2019, Cuiabá-MT. **Anais...** Barra dos Bugres – MT: Universidade Estadual do Mato Grosso – UNEMAT, p. 1-14. No prelo.

PERRENET, J.; ZWANEVEL, D. The Many Faces of the Mathematical Modeling Cycle. **Journal of Mathematical Modelling and Application**. v.1, n.1, 3-21, 2012.

POLLAK, H. O. The interaction between mathematics and other school subjects. In: UNESCO (Ed.) **New trends in mathematics teaching**. Paris: UNESCO, p. 232-248, 1979.