

MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UMA ATIVIDADE UTILIZANDO O TEMA DENGUE

Maria Rosana Soares
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP – Brasil
maryrosana@uol.com.br

Luzitânia Dall’Agnol
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP – Brasil
ludaimur@yahoo.com.br

Helena Tavares de Souza
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP – Brasil
helen_a02souza@hotmail.com

Resumo:

Este artigo objetiva mostrar e discutir os importantes resultados de parte de uma atividade de modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem de Matemática, usando o tema dengue, desenvolvida com os futuros professores de Matemática numa Universidade Estadual do Paraná, Brasil. O estudo se encaminha a partir de pesquisas bibliográficas e práticas – metodologicamente se utiliza a análise do tipo estudo de caso, a abordagem qualitativa de cunho interpretativo, em que as coletas de dados foram obtidas por meio da observação, intervenção na pesquisa e dados retirados dela: anotações e imagens de participação dos licenciandos. Os resultados indicam que a atividade desenvolvida proporcionou contribuições aos licenciandos para suas formações acadêmica e profissional em relação ao entendimento e uso da Modelagem como mais uma alternativa para ensino e aprendizagem de Matemática. Logo, essa abordagem objetiva fundamentalmente motivar e atrair os estudantes a trabalharem com natureza prática e real no ensino de Matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática; Modelagem Matemática; Atividade; Dengue.

1. Introdução

A Modelagem Matemática é uma abordagem de ensino e de aprendizagem que envolve um processo dinâmico que propicia investigar, problematizar e transformar as situações, os fenômenos ou os dados da realidade em expressões matemáticas, ou seja, em modelos matemáticos. Tal processo não objetiva obter um modelo que faça uma representação total da realidade, mas sim parcial, que permite realizar e explorar as formulações e as matematizações de problemas reais ou matemáticos, assim como desenvolver os modelos matemáticos e aplicar os conceitos matemáticos, simultaneamente, entendendo o papel sociocultural da Matemática.

Nesse contexto, “Um modelo matemático é, portanto, uma representação simplificada da realidade sob a ótica daqueles que a investigam. Sua formulação, todavia, não tem um fim

em si só, mas visa fomentar a solução de algum problema” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p. 13). “Chamaremos simplesmente de *Modelo Matemático* um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado” (BASSANEZI, 2009, p. 20, grifos do autor). Um modelo matemático compreende os processos e os fatos presentes em situações e/ou problemas reais e/ou matemáticos, nos quais permite interpretá-los e explicá-los em várias linguagens e Ciências, bem como entende seu contexto de origem, desenrolando resoluções, fazendo modificações cabíveis e obtendo soluções.

Nas atividades de Modelagem é essencial realizar processos de experimentação, de investigação e de indagação matemática, oferecendo condições para que se crie ou não um modelo matemático ou se faça uso de um já existente. Essa abordagem objetiva motivar e atrair os estudantes a trabalharem com a natureza prática e real no ensino de Matemática. Esse é o motivo de se trazer e de se discutir uma prática de Modelagem aplicada com os futuros professores, em que se organizam, exploram e explicitam etapas de Modelagem.

2. Procedimentos Metodológicos

Este artigo é resultado parcial de uma atividade de Modelagem aplicada em um 4º ano de Licenciatura em Matemática (2011) de uma Universidade Estadual do Paraná, na disciplina de “Introdução à Modelagem Matemática”, no horário normal de aulas, exceto no período de férias e na semana de avaliação. Ela revelou um total de 6 etapas organizadas e utilizou 16 horas-aula (h/a) em sala de aula e 6 h/a em trabalhos de extraclasse e orientações por e-mail, fazendo uma articulação nessas duas situações. Nela, houve 30 licenciandos(as) (L) regularmente matriculados(as), mas, devido aos abandonos e/ou às ausências provisórias de alguns, participaram efetivamente no mínimo 23 e no máximo 25. Estes(as) se organizaram e se subdividiram em 5 grupos de forma independente: G1 (5L); G2 (5L); G3 (7L); G4 (6L); e G5 (7L); em que foram identificados por: AG1; AG2; AG3; AG4; e AG5. Nesse contexto, G1, por exemplo, significa “primeiro grupo” e AG1 expressa os “licenciandos, universitários ou estudantes do primeiro grupo”. A maioria das atividades propostas foi feita pelos sujeitos no computador/*notebook* pessoal ou da pesquisadora, ou no laboratório de informática.

Tal proposta fez uso das abordagens qualitativa, bibliográfica, aplicada e interpretativa segundo as concepções de Lincoln e Guba (1985), Miles e Huberman (1994), André (1998) e Lüdke e André (2012). Conforme Bogdan e Biklen (1994, p. 47-51) e Lüdke e André (2012, p. 11-13), a investigação qualitativa possui cinco características básicas: fonte direta de dados

é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal e a investigação qualitativa é descritiva. Esses pesquisadores esclarecem que as outras características são as seguintes: os investigadores qualitativos se interessam mais pelos processos do que pelos resultados ou produtos; os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de modo indutivo; e o significado é de importância vital na abordagem qualitativa. Nisso, abrangeu-se análise do tipo Estudo de Caso, como explica Ponte (2006, p. 2): “Um estudo de caso visa conhecer uma entidade bem definida como uma pessoa, uma instituição, um curso, uma disciplina, um sistema educativo, uma política ou qualquer outra unidade social. [...]”.

O objetivo foi atingido a partir de pesquisas bibliográficas e práticas, usando a análise do tipo estudo de caso, da abordagem qualitativa de cunho interpretativo, em que as coletas de dados foram obtidas por meio da observação, intervenção na pesquisa e dados retirados dela, como anotações e imagens de participação dos sujeitos. Aqui, a fim de se evitar repetições textuais, usaremos indistintamente os termos Modelagem Matemática e Modelagem.

3. A Modelagem Matemática

Na Educação Matemática, “Podemos dizer que, de modo geral, o termo ‘modelagem matemática’ refere-se à busca de uma representação matemática para um objeto ou um fenômeno que pode ser matemático ou não” (ALMEIDA; FERRUZZI, 2009, p. 120). A Modelagem Matemática “[...] *é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade*” (BARBOSA, 2003, p. 69, grifos do autor). Ademais, “[...] a Modelagem Matemática utilizada como estratégia de ensino-aprendizagem é um dos caminhos a ser seguido para tornar um curso de matemática, em qualquer nível, mais atraente e agradável” (BASSANEZI, 2009, p. 177). Ela propicia expressar os fenômenos e os problemas reais em modelos matemáticos, desenvolvendo a aprendizagem matemática. Nela, investiga-se e expressa-se parte da realidade por meio de relações matemáticas, explorando as capacidades e conhecimentos dos estudantes.

3.1 Uma Atividade de Modelagem Matemática Utilizando o Tema “Dengue”

Em síntese, Soares (2012a, 2012b) sugere que as atividades de Modelagem Matemática podem ser desenvolvidas de acordo com a seguinte dinâmica:

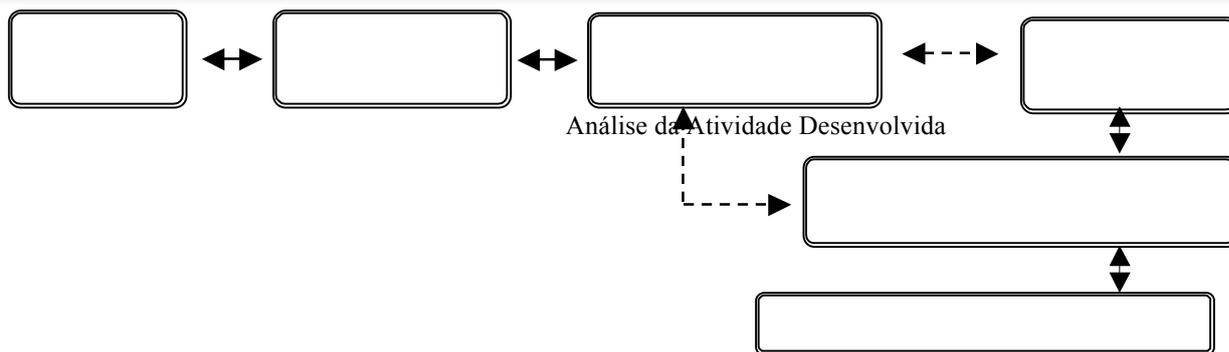


Figura 1: Dinâmica para desenvolver o processo de Modelagem Matemática
 Fonte: Soares (2012a, p. 43, 2012b, p. 160).

As setas de duas direções, contínuas ou não, significam que cada etapa de modelagem apresenta uma conexão com as demais etapas. Já as setas de duas direções, não contínuas, horizontalmente, expressam que há duas possibilidades no processo de Modelagem. A primeira é que se pode fazer o levantamento e seleção de dados e, posteriormente, a formulação de problema, enquanto que a outra é fazer o processo inverso, isto é, pode-se formular o problema e depois realizar o levantamento e seleção de dados. As 3ª e 4ª etapas da atividade de modelagem são flexíveis e alteráveis, assim cabendo aos futuros professores, universitários, professores e/ou pesquisadores analisar o procedimento adequado para atingir o objetivo proposto e desenvolver os conceitos matemáticos.

Nesse encaminhamento, as duas setas pontilhadas significam que, se caso a resolução do problema não for considerada aceitável diante do processo da modelagem, ou seja, se não for vista como satisfatória ou eficiente para resolver o problema formulado, pode-se retomar o processo da atividade na 3ª etapa escolhida a princípio conforme já foi realizada, de acordo com o que já foi feito no levantamento e seleção de dados ou na formulação de problema, para efetuar as simplificações e/ou modificações cabíveis. Também, conforme os objetivos estabelecidos, uma determinada atividade de modelagem pode ser realizada de acordo com todas as etapas de sua dinâmica ou não – por exemplo, a referida atividade pode ser iniciada a partir do levantamento e seleção de dados ou da formulação de problema.

Soares (2012a, p. 42-110, 2012b, p. 161-213) orienta e indica uma dinâmica para realizar o processo de Modelagem que pode ser organizada, explorada e explicitada assim:

- *1ª Etapa – Escolha do Tema:* É o que se pretende pesquisar e investigar. O tema a ser definido busca analisar uma situação da realidade em que se faz a formulação de problema posteriormente. O tema escolhido envolve alguma área de estudo, como: saúde, meio

ambiente, esporte, agricultura, agropecuária, engenharia, fenômeno, economia, política, comércio, indústria, educação, ensino, ciência, tecnologia, sociedade, universo, entre outras áreas. Assim, inicialmente, ele não apresentará conexão direta com a Matemática e é importante que o(a) docente e/ou os estudantes agrupados escolham um tema que desperte interesse e motivação, em relação ao qual seja fácil obter informações e dados, assim como fazer a formulação e resolução de problemas.

Bassanezi (2009, p. 45, grifos do autor) diz que “O início de uma modelagem se faz com a *escolha de temas*. Faz-se um levantamento de possíveis situações de estudo as quais devem ser, preferencialmente, abrangentes para que possam propiciar questionamentos em várias direções”. Barbosa (2001, p. 39) classifica a modelagem em três casos e diz que o caso 3 se enquadra no trabalho de projeto desenvolvido a partir de temas não matemáticos. Assim, os temas indicados pelos participantes foram: *G1: dengue; G2: saúde – a problemática dos fumantes; G3: culinária; G4: área do esporte; e G5: futebol*. De início, os AG1 disseram: “Veja, pessoal! Nosso tema é atual e o mais interessante de todos!”. Os grupos tiveram interesse comum no tema “dengue”, pois ele é essencial, polêmico, atual e gera doenças nas pessoas.

- *2ª Etapa – Apresentação do Tema:* É pesquisar, sintetizar e explicitar a importância do tema escolhido. Essa apresentação busca discutir e enfatizar a relevância do tema selecionado, em que se leva os estudantes ao envolvimento e à valorização, pois, quanto mais interesses e interações, maiores as possibilidades de se obter um resultado aceitável da prática. Para isso, é necessário pesquisar e investigar textos e trabalhos da área escolhida por meio de pesquisas bibliográficas em bibliotecas físicas e/ou *on-line*, livros, revistas, jornais, pesquisas de campo e/ou entrevistas e outros. Isso pode ser organizado pelo(a) docente ou estudantes agrupados, sendo conciso ou abrangente dependendo da natureza do tema e da disponibilidade que se tem.

A pesquisadora organizou esta etapa e a discutiu com os licenciandos tendo em vista o Aedes; suas áreas propícias; características físicas e picada; reprodução; modo de vida; ciclo; transmissão do vírus; sintomas e tratamentos da doença, isso feito de acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2011a, 2011b, 2011c). Eles valorizaram esse tema na modelagem, pois, por exemplo, para os AG3: “Esses mosquitos vivem nas regiões mais quentes e tropicais”.

- *3ª Etapa – Levantamento e Seleção de dados:* É o que se pretende pesquisar, investigar e desenvolver. Conforme os objetivos propostos, conceitos matemáticos a serem desenvolvidos

e recursos disponíveis, pode-se fazer o levantamento e seleção de dados e, posteriormente, a formulação do problema, ou vice-versa (pode-se inverter as 3ª e 4ª etapas). Para isso, pesquisa-se fazendo um levantamento de dados, os quais são adequados às análises qualitativas e quantitativas sobre o tema escolhido. Seguidamente, analisam-se e exploram-se os dados obtidos por meio da seleção, isto é, da simplificação dos dados mais importantes e eliminação dos menos relevantes (variáveis), com a identificação das possíveis investigações para os problemas a serem resolvidos (hipóteses) e a organização, sintetização e/ou categorização dos dados, por exemplo, em tabulação, se for necessário. Isso pode ser feito pelo(a) docente e/ou estudantes agrupados, sendo assim fundamental analisar o envolvimento e motivação dos sujeitos para desenvolver este processo e a preparação docente para essa orientação.

Para AG5: “Até o momento, nós não desenvolvemos nenhuma atividade de Modelagem Matemática, assim, temos dificuldades em pesquisar, fazer análises, levantar dados e selecioná-los, pois fazer Modelagem é difícil, não é simples”, mostrando saberes parcos de Modelagem.

Aqui, Bassanezi (2009, p. 46) diz que “Os dados coletados devem ser organizados em tabelas que, além de favorecerem uma análise mais eficiente, podem ser utilizadas para a construção dos gráficos das curvas de tendências”. A pesquisadora organizou e apresentou o levantamento e seleção dos casos notificados, casos graves e óbitos por dengue que se distribuíram em três tabelas, retiradas do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011a). Mas, devido à quantidade de dados organizados, segue-se apenas uma das tabelas.

A Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011a) registrou o total de casos notificados de dengue no país durante semana epidemiológica, da 1ª à 26ª de 2011, isto é, fazendo um balanço da dengue entre 2 de janeiro de 2011 e 2 de julho de 2011 (6 meses). Isso está de acordo com as regiões do país, como mostra a tabela:

Tabela 1 – Casos Notificados de Dengue por Regiões

| <i>Semana Epidemiológica</i> | <i>Norte</i> | <i>Nordeste</i> | <i>Sudeste</i> | <i>Sul</i> | <i>Centro-Oeste</i> |
|------------------------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|---------------------|
| 1. Janeiro | 23.968 | 13.426 | 19.453 | 5.588 | 9.595 |
| 2. Fevereiro | 34.704 | 24.421 | 43.558 | 13.562 | 10.563 |
| 3. Março | 32.859 | 48.181 | 87.991 | 21.884 | 13.056 |
| 4. Abril | 10.218 | 39.410 | 106.255 | 11.243 | 10.202 |
| 5. Maio | 6.186 | 24.988 | 71.457 | 4.525 | 6.846 |
| 6. Junho | 2.776 | 6.871 | 9.593 | 128 | 2.159 |
| <i>Total</i> | <i>110.711</i> | <i>157.297</i> | <i>338.307</i> | <i>56.930</i> | <i>52.421</i> |

Fonte: Ministério da Saúde (Brasil, 2011a).

- *4ª Etapa – Formulação do Problema:* É o que se pretende pesquisar, investigar e resolver. Com o levantamento e seleção dos dados sobre o tema escolhido se definem os problemas para fazer sua resolução, ou seja, os problemas são elaborados por meio dos dados que envolvem situações da realidade, sendo de modo claro e de fácil entendimento. Ou, ainda, primeiramente, pode-se formular os problemas e depois efetuar o levantamento e seleção de dados para fazer suas resoluções (pode-se inverter as 3ª e 4ª etapas). Nesta etapa, elaboram-se perguntas com problematizações que tenham alguma relação com o tema selecionado, variáveis envolvidas e/ou hipóteses levantadas, as quais podem ser realizadas pelo(a) professor(a) e/ou estudantes agrupados. Assim, é essencial refletir sobre as relações existentes apresentadas nos dados organizados, sintetizados e/ou categorizados e sobre as possibilidades, para problematizar e fazer sua resolução, posteriormente.

Bassanezi (2009, p. 28) infere que: “Enquanto a escolha do tema de uma pesquisa pode ser uma proposta abrangente, a formulação do problema é mais específica e indica exatamente o que se pretende resolver”. Diversos sujeitos não tinham ainda um conhecimento adequado para formular problemas, pois os grupos, como os AG1 e AG2, disseram: “Professora! Nós não sabemos formular um problema para a atividade de Modelagem!”. Mas, após as orientações e mediações dadas, esse fato não sucedeu de novo, pois eles formularam problemas compatíveis.

Com as três tabelas expostas aos cinco grupos, cada um criou no mínimo três problemas e os discutiu, analisou e resolveu. Em virtude da quantidade de problemas feitos, aqui será relatado só um, que envolve a Região Norte, que foi formulado e explorado pelo G1:

a) *Que modelo matemático representa a relação entre a semana epidemiológica e o número de casos notificados de dengue para a Região Norte?*

- *5ª Etapa – Resolução do Problema – Modelo Matemático e Validação:* É desenvolver, explorar e solucionar o problema formulado, o que permite elaborar um modelo matemático e analisar sua aceitação ou não. Com as ferramentas e recursos matemáticos e/ou computacionais, o(a) docente e/ou estudantes agrupados buscam resolver o problema. O *Modelo Matemático* é resultante da exploração, da organização e da transformação de problematizações das situações ou dos fenômenos (reais ou matemáticos) em linguagem matemática e, por meio dele, pode-se buscar a resolução, a representação e a explicitação de matematizações, visando o ensino e a aprendizagem por meio do processo de obtenção da

solução do problema formulado. Esse modelo pode ser expresso por meio de um conjunto de símbolos, estruturas e relações matemáticas, como gráficos, tabelas, funções, sistemas, equações, diagramas, figuras geométricas, representações estatísticas, expressões matemáticas, entre outros. Em sua elaboração analisam-se as hipóteses de resolução, definem-se as variáveis independentes e dependentes e também as representações adequadas para elas.

$$y = -875,1x^5 + 15111x^4 - 95594x^3 + 268268x^2 - 324439x + 161498; R^2 = 1$$

Aqui, exploram-se os conceitos matemáticos que devem estar no programa da disciplina ou não, o que depende dos objetivos a serem atingidos, durabilidades e recursos disponíveis para realizar a atividade de Modelagem. A *Validação do Modelo Matemático* pode ser feita ou não conforme a finalidade do objeto de estudo, mas é de suma importância, pois possibilita analisar a relevância ou não do modelo matemático obtido ao compará-lo com os dados (reais ou matemáticos). Quando o modelo matemático não for considerado válido, ou seja, não tiver aproximações da situação ou fenômeno que o originou, pode-se reiniciar o processo conforme já foi feito a partir das 3ª ou 4ª etapas de Modelagem, ou seja, a partir do levantamento e seleção de dados ou da formulação do problema, para fazer ajustes na coleta de dados, formulação de problemas, simplificações e/ou modificações possíveis.

Aqui, os participantes tentavam resolver os problemas elaborados e os AG1 relataram: “Olhe, aqui, professora, nosso modelo no Calc, mas a linha do gráfico não ficou boa”; entretanto, os AG3 disseram: “Nosso grupo já conseguiu encontrar o modelo matemático pelo *Excel*! Nós encontramos um modelo para os casos notificados de dengue para a Região Sudeste!”; e em seguida um sujeito deste grupo destacou que: “A linha de tendência da curva ficou certinha e resultou numa função polinomial de quinto grau”, visto que todos os grupos utilizaram o *Excel*. Para tanto, segue um dos modelos matemáticos realizados pelo G1:

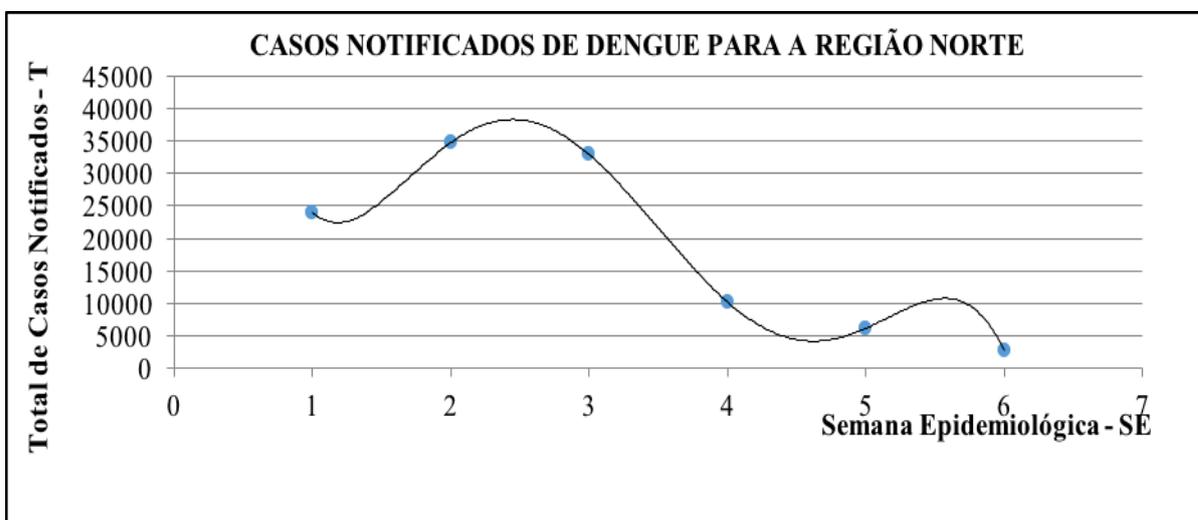


Gráfico 1: Modelo Matemático para a Região Norte: casos notificados de dengue
Fonte: Soares (2012a, p. 66, 2012b, p. 189).

O modelo desenvolvido responde à pergunta do problema ao demonstrar a relação que há entre a semana epidemiológica e o número de casos notificados de dengue para a Região Norte, assim como o papel sociocultural da Matemática em situações-problemas do cotidiano. Todos os modelos matemáticos obtidos aos casos notificados de dengue apresentaram $R^2 = 1$, isto é, coeficiente de determinação do modelo igual a um, indicando proximidades com dados reais que os tornam válidos para as soluções dos problemas para esses casos estudados.

O modelo obtido em relação à Região Norte é uma função polinomial de quinto grau:

$$y = -875,1x^5 + 15111x^4 - 95594x^3 + 268268x^2 - 324439x + 161498 \quad (1)$$

Na concepção de Bassanezi (2009, p. 30), “[...]. A validação de um modelo matemático consiste na verificação da aproximação do modelo com a realidade, ou seja, se os dados experimentais ou observados não estão ‘muito longe’ daqueles fornecidos pelo modelo”. Para se avaliar a relevância do modelo obtido, tem-se a validação feita por G1:

Tabela 2 – Validação do Modelo Matemático para a Região Norte: casos notificados de dengue

| <i>Número – N</i> | <i>Semana Epidemiológica – SE</i> | <i>Total de Casos Notificados – T</i> | <i>T Obtido no Modelo</i> | <i>Erro do Modelo</i> | <i>Erro do Modelo (%)</i> |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1 | Janeiro | 23.968 | 23.968,9 | 0,9 | 0,00081% |
| 2 | Fevereiro | 34.704 | 34.712,8 | 8,8 | 0,00795% |
| 3 | Março | 32.859 | 32.896,7 | 37,7 | 0,03405% |
| 4 | Abril | 10.218 | 10.327,6 | 109,6 | 0,09900% |
| 5 | Maiο | 6.186 | 6.440,5 | 254,5 | 0,22988% |
| 6 | Junho | 2.776 | 3.286,4 | 510,4 | 0,46102% |
| ----- | <i>Total</i> | <i>110.711</i> | <i>111.632,9</i> | <i>921,9</i> | <i>0,8327086%</i> |

Fonte: Soares (2012a, p. 69, 2012b, p. 190).

A validação do modelo obtido em relação à Região Norte tem-se ao se comparar os resultados obtidos dos casos notificados de dengue com os dados experimentais. O erro estimado é pequeno, pois está abaixo de 0,47%, enquanto que a margem estimada ao erro geral é inferior a 0,84%, visto que a função polinomial obtida possui boa aproximação com os casos notificados de dengue para essa região. Aqui, a maioria dos licenciandos apresentava autonomia na realização dessas atividades de Modelagem, propiciando que um grupo orientasse o outro e relatando a relevância de entender essa abordagem de ensino e de aprendizagem de Matemática.

- *6ª Etapa – Análise da Atividade Desenvolvida:* É explorar, discutir e evidenciar as principais considerações sobre toda a atividade de Modelagem Matemática desenvolvida. Os estudantes agrupados fazem esta análise, que pode ser descrita e/ou apresentada oralmente por meio dos trabalhos, relatórios ou seminários. Aqui, analisam-se os resultados obtidos na

resolução do problema; a aplicação do modelo matemático na sociedade; a importância de pesquisar e aprender a Matemática por meio da Modelagem; os conceitos matemáticos trabalhados; as vantagens e/ou resistências que obtiveram com a prática aplicada; entre outros. Essa análise permite estimular o espírito crítico, reflexivo, ativo e inovador.

Entre as principais análises feitas sobre a atividade de Modelagem, apresentadas por escrito e oralmente pelo AG1, têm-se as seguintes considerações:

Como podemos ver, os modelos matemáticos encontrados se aproximam bastante da realidade, pois, quando substituímos os dados na função, os resultados se aproximam. Com essa modelagem desenvolvida, pode-se trabalhar funções polinomiais, equações, gráficos, erro, porcentagem, domínio e imagem da função, módulo, regra de três, potenciação, entre outros.

Em seguida, esse grupo destacou algumas conclusões:

Essa atividade nos mostrou o que é a Modelagem e como podemos trabalhá-la com os alunos. Entendemos que a Modelagem é todo o processo, desde a escolha do tema a ser trabalhado, passando pelas pesquisas, até a montagem do trabalho em uma planilha eletrônica, e por fim a validação do modelo. O modelo é a função encontrada, em que vamos substituir os dados para a validação. Em nossa opinião, não é fácil trabalhar com a Modelagem, pois exige muito tempo e dedicação. Apesar disso, a Modelagem é importante para a nossa formação acadêmica, pois nos dias de hoje não está fácil atrair os alunos para as aulas, principalmente de Matemática. Assim, essa estratégia nos permite trabalhar algo do dia a dia dos estudantes, deixando-os à vontade para escolher os temas a serem trabalhados, inserindo-os no processo da Modelagem e orientando-os para a pesquisa quando necessário.

Os questionamentos, participações, indagações, opiniões, resistências, superações, discussões e entendimentos apresentados permitiram atingir os objetivos estabelecidos na atividade de Modelagem desenvolvida com os futuros professores de Matemática.

3.2 Algumas Contribuições Obtidas com a Aplicação da Proposta de Modelagem

Soares (2012b, p. 239) diz que a atividade de Modelagem realizada propiciou várias contribuições aos sujeitos de Matemática no seu uso e exploração, entre as quais temos que:

- A Modelagem é todo o processo, desde a escolha do tema a ser trabalhado até a análise da aceitação ou não do modelo obtido (validação);
- A Modelagem desenvolve competências para entender e aplicar a Matemática, além de habilidades gerais para investigá-la, bem como explorar e valorizar o recurso computacional;
- A Modelagem permite trabalhar a Matemática de forma lúdica, concreta e por meio de assuntos cotidianos do aluno;
- A Modelagem exige muita dedicação do professor, maior envolvimento e trabalho do aluno;

- A Modelagem não é simples, pois exige muito tempo e dedicação dos participantes, porém é importante para a formação e vivência em sociedade.

4. Considerações Finais

Este artigo expõe uma atividade de Modelagem realizada com futuros professores de Matemática, resultante de uma pesquisa desenvolvida por Soares (2012a, 2012b). Nele, o objetivo proposto foi atingido ao trazer uma abordagem da Modelagem Matemática no âmbito das discussões e análises e tendo por focos a organização, exploração e explicitação de etapas de modelagem. Isso foi feito conforme uma orientação de procedimentos aplicados com os futuros professores em sala de aula, em trabalhos de extraclasse e numa articulação disso.

Portanto, a atividade desenvolvida de Modelagem propiciou contribuições aos futuros professores, para suas formações acadêmica e profissional, em relação ao entendimento e uso da Modelagem como mais uma alternativa para ensino e aprendizagem de Matemática.

5. Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro parcial concedido à bolsa de estudos para cursar o doutorado no Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

6. Referências

ALMEIDA, L. M. W.; FERRUZZI, E. C. Uma Aproximação Socioepistemológica para a Modelagem Matemática. *Alexandria*, Blumenau, v. 2, n. 2, p. 117-134, jul. 2009.

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

ANDRÉ, M. E. D. A. *Etnografia da prática escolar*. 2. ed. Campinas: Papirus, 1998.

BARBOSA, J. C. *Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores*. 2001. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro, Rio Claro, 2001.

_____. Modelagem Matemática na Sala de Aula. *Perspectiva*, Erechim, v. 27, n. 98, jun. 2003.

BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2009.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Balanço Dengue: Semana Epidemiológica 1 a 26 de 2011*. Brasília: Portal da Saúde, 2011a. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/informe_dengue_072011.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2011.

_____. *Dengue: sintomas*. Brasília: Portal da Saúde, 2011b. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=23620&janela=1>. Acesso em: 12 jul. 2011.

_____. *Dengue: prevenção*. Brasília: Portal da Saúde, 2011c. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=23624&janela=1>. Acesso em: 20 jul. 2011.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *O Planejamento da Pesquisa Qualitativa: teorias e abordagens*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

LINCOLN, Y. S.; GUBA, E. G. *Naturalistic Inquiry*. Newbury Park: Sage, 1985.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. de. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 2012.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. N. *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. 2. ed. Thousand Oaks: Sage, 1994.

PONTE, J. P. da. Estudo de caso em educação matemática. Universidade de Lisboa, 2006. *Bolema*, São Paulo, v. 19, n. 25, p. 1-23, 2006. Seção Especial.

SOARES, M. R. *Caderno pedagógico: modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem: uma perspectiva à luz dos futuros professores de matemática*. 2012a. 120 f. Material instrucional – Produção Técnica. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012a.

_____. *Modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem: uma perspectiva à luz dos futuros professores de matemática*. 2012b. 312 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012b.