

UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA EM UMA PERSPECTIVA CRÍTICA POR FUTUROS PROFESSORES DE MATEMÁTICA: O IMPACTO DO MOSQUITO *Aedes Aegypti*¹

Gabriel Silva Zuza²

Universidade Estadual do Paraná – Unespar (Campus Paranavaí)

E-mail: gabrielzuza19@gmail.com

Leandro Blanco Laranjeira da Silva³

Universidade Estadual do Paraná – Unespar (Campus Paranavaí)

E-mail: leandroblancolb@gmail.com

Felipe Rodrigues da Silva⁴

Universidade Estadual do Paraná – Unespar (Campus Paranavaí)

E-mail: felipe.rodrigues.da.silva2021@gmail.com

Jhony Henrique Zanella⁵

Universidade Estadual do Paraná – Unespar (Campus Paranavaí)

E-mail: jhonyhzanella@gmail.com

Resumo

O objetivo desse texto é apresentar um relato de experiência do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática com futuros professores de Matemática, em uma perspectiva crítica no contexto do curso de Licenciatura em Matemática em uma Universidade Pública do Paraná. Após desenvolverem uma atividade de Modelagem Matemática, na qual o professor/formador apresentou a situação problema e solicitou que os futuros professores realizassem a investigação, os licenciandos tiveram a oportunidade de desenvolverem sua própria atividade de Modelagem Matemática, definindo a situação-problema, simplificando-a, coletando os dados e resolvendo-a. O tema escolhido e relatado nesse texto, pelos futuros professores e professor/formador, envolve a biologia do mosquito *Aedes Aegypti*, com destaque ao seu ciclo de vida e ciclo reprodutivo, os climas presentes no estado do Paraná e como isso impacta na reprodução do mosquito. Foi possível observar que a atividade de Modelagem Matemática desenvolvida pelos futuros professores possibilitou uma reflexão contextualizada e crítica a respeito de um tema importantíssimo da sociedade, bem como uma possibilidade de utilizar a Matemática para intervenção frente a problemas sociais.

Palavras-chave: Educação Matemática; Modelagem Matemática; Formação de Professores de Matemática

¹ Outros colaboradores da escrita do relato: Prof. Dr. Paulo Henrique Rodrigues (e-mail: hrpaulo.91@gmail.com) e Guilherme Cazarin de Oliveira (e-mail: gcazarindeoliveira@gmail.com)

² Aluno do segundo ano do curso de Licenciatura em Matemática da Unespar (Campus de Paranavaí).

³ Aluno do segundo ano do curso de Licenciatura em Matemática da Unespar (Campus de Paranavaí)

⁴ Aluno do segundo ano do curso de Licenciatura em Matemática da Unespar (Campus de Paranavaí)

⁵ Aluno do segundo ano do curso de Licenciatura em Matemática da Unespar (Campus de Paranavaí)

Introdução e Contextualização

Neste texto será apresentado um relato de experiência do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática com futuros professores de Matemática, em uma perspectiva crítica (Barbosa, 2004), no contexto do curso de Licenciatura em Matemática em uma Universidade Pública do Paraná. O objetivo do desenvolvimento dessas atividades envolveu uma familiarização dos futuros professores matriculados no curso com a Modelagem Matemática, de maneira que pudessem, em momentos futuros, implementá-la como professores em sala de aula.

A perspectiva assumida neste relato para Modelagem Matemática é a de Barbosa (2004), que a considera como um processo dinâmico e crítico que busca representar situações reais por meio de ferramentas matemáticas, permitindo a análise, investigação e problematização. O autor estabelece três casos, que retratam as ações de um professor no processo de modelagem:

- Caso 1: O primeiro caso refere-se ao professor propor um problema devidamente estruturado e tendo dados (qualitativos ou quantitativos) para os alunos trabalharem em sua solução. O intuito desse 1º caso é a investigação dos alunos perante a situação-problema proposta pelo professor.
- Caso 2: O professor tem a tarefa de apresentar a situação-problema e os alunos investigam na busca de informações que sejam úteis para a solução desse problema. Dessa forma, é de total responsabilidade dos alunos os meios que seriam utilizados para que concretizem sua resolução.
- Caso 3: Por fim o terceiro caso é de total responsabilidade dos alunos, desde a escolha dos temas, definição da situação-problema, sua simplificação, a coleta de dados, até sua resolução. A tarefa do professor será de orientação, para direcionar os estudantes. Ao final, geralmente, as atividades são apresentadas para a turma toda, apresentando reflexões a respeito delas.

Os três casos possuem como elementos comuns a investigação e problematização. Esses dois processos se fazem presentes nas três propostas, variando apenas as ações do professor e dos alunos. Essa perspectiva orientou as ações do professor formador em quatro momentos de trabalhos com os futuros professores, quais sejam:

- Primeiro momento: desenvolvimento de uma atividade de modelagem do caso 2

- Segundo momento: sistematização das ações do professor no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática do caso 2.
- Terceiro momento: desenvolvimento, pelos futuros professores, de uma atividade de Modelagem Matemática do caso 3.
- Quarto momento: leitura e estudo do texto de Barbosa (2004) como meio de sistematização da Modelagem Matemática em uma perspectiva da Educação Matemática.

No primeiro momento, no final de 2023, foi desenvolvida com os futuros professores uma atividade de Modelagem Matemática, do tipo caso 2 (Barbosa, 2004), em uma disciplina denominada “Tecnologias da Educação Matemática”. Nessa disciplina, o professor/formador optou por trabalhar com uma atividade de Modelagem Matemática para exemplificar como a tecnologia poderia ser utilizada em sala de aula, por meio de vídeos para problematização, computador para coleta de informações, etc (Bates, 2019). Para isso, inicialmente, foi apresentado um vídeo da candidata à presidência da República em 2022, Simone Tebet, que descrevia uma de suas propostas para a Educação: uma bonificação de R\$ 5000,00 para todos os alunos do ensino médio⁶ que terminarem seus estudos (Veronez *et al*, 2023). Após a discussão desse contexto inicial, a seguinte situação problema foi elaborada em conjunto com os futuros professores (formulação do problema): “Qual a viabilidade da proposta da candidata quando enuncia presentear cada concluinte do Ensino Médio/Ensino Médio Técnico com 5 mil reais?”.

Após a formulação do problema, os futuros professores tiveram a oportunidade de simplificarem a situação problema (simplificação), de acordo com as intenções de cada grupo, e coletarem dados nessa direção. Após pesquisas em diferentes fontes e definição de quais utilizariam para análise (coleta de dados), os licenciandos criaram esquemas de representação que, de algum modo, resolvessem a situação problema (solução), se posicionando frente a ela. Na sequência, os esquemas de representação foram socializados seja por meio de gráficos, tabelas, funções, etc. Alguns grupos concluíram que a proposta era possível, viável e que impactava quase nada o orçamento para a Educação. Outros grupos destacavam que a proposta era viável economicamente (mostrando argumentos matemáticos para tal), mas inviável do ponto de vista pedagógico, visto que é um tipo de iniciativa que privilegia o acesso ao mercado de trabalho e que ajuda manter os alunos na escola, mas que não garante o desejo dos estudantes de estudarem de fato e de ingressarem na universidade. As

⁶ Em alguns momentos a candidata se referia a todos os alunos do ensino médio. Em outros, apenas alunos do ensino médio técnico. As duas informações foram problematizadas pelos alunos/futuros professores e formador/professor.

questões sociais e políticas, inerentes ao tema, foram problematizadas como fio condutor no decorrer da atividade, em uma perspectiva crítica.

No segundo momento, no ano de 2024, na disciplina de “Metodologia do Ensino da Matemática”, o professor/formador sistematizou no quadro negro as ações do professor e dos alunos desenvolvidas na atividade descrita no primeiro momento, na disciplina de “Tecnologias Digitais no Ensino da Matemática”. Vale ressaltar que a turma e o professor/formador se mantiveram de uma disciplina para a outra, do 1º para o 2º ano do curso de Licenciatura em Matemática. O professor/formador questionava quais ações foram desenvolvidas e a partir das respostas dos estudantes foram sistematizadas as ações do caso 2 de uma atividade de Modelagem Matemática.

No terceiro momento, o professor/formador comentou que os próprios futuros professores iriam definir uma situação-problema que, além da abordagem matemática, trouxesse reflexões de cunho social (perspectiva crítica). Além disso, os futuros professores também seriam responsáveis por realizarem a simplificação, a coleta de dados e a solução da situação-problema, devendo ser socializadas para toda a turma, posteriormente. O professor/formador, neste momento, atuou em uma perspectiva de orientação, realizando possíveis intervenções de maneira que os futuros professores aprofundassem em suas respectivas atividades, que foram devidamente apresentadas na sequência.

No quarto momento, para sistematização, o professor/formador realizou a proposta de que os futuros professores realizassem a leitura do texto de Barbosa (2004), de maneira a terem uma perspectiva teórica que fundamentasse suas ações desenvolvidas nos momentos anteriores.

No decorrer do artigo, será apresentado um relato detalhado da atividade desenvolvida, seguido da formulação do problema, da simplificação, da coleta de dados e da solução (Barbosa, 2004).

A atividade de modelagem Matemática construída

Para nossa⁷ atividade precisávamos de um tema de relevância social e que pudesse ser discutido e representado pela matemática. Optamos, então, por trabalhar tal atividade com o tema “Dengue: como é possível diminuir os casos de dengue nos estados do Brasil?”, onde nosso intuito foi construir um modelo que determinasse o crescimento de mosquitos da dengue (consequentemente os casos de dengue) ao longo do tempo, deixando nítido as consequências de não dar atenção ao grande problema que a dengue representa.

⁷ Para apresentar uma maior naturalidade no relato, essa seção será escrita na primeira pessoa do plural, uma vez que os futuros professores que desenvolveram a atividade são autores desse texto.

Formulação do problema

Tendo em mente que o tema que trabalharíamos seria a dengue, precisávamos estabelecer uma relação com a matemática. Dentre as ideias que surgiram, pensamos em relacionar o número de casos de dengue do ano atual com o dos anos anteriores, estabelecendo uma função que representasse isso. Porém, melhor do que evidenciar os casos de dengue é retratar a proliferação do mosquito e como ela pode aumentar drasticamente com o tempo. Notamos, então, que poderíamos trabalhar com funções, visto que existe uma relação entre o tempo (em dias, no caso) e a quantidade de mosquito, isto é, temos uma variável dependente e uma independente. Nesse sentido, elaboramos a seguinte situação-problema:

Como funciona o processo reprodutivo do mosquito *Aedes Aegypti* e como a quantidade de ovos pode ser representada por meio do tempo?

Simplificação do problema

Para simplificação da situação-problema, optamos por não explorar outras variáveis que impactam na reprodução do mosquito da dengue, como o clima, umidade, dentre outros. Focamos apenas na reprodução do mosquito e no seu ciclo de duração. Além disso, definimos o Estado do Paraná como recorte para coleta de informações, uma vez que seu clima pode ser considerado como mediano para a proliferação do mosquito.

Coleta de dados

Em partes, começamos estudando a forma e o comportamento do mosquito *Aedes Aegypti* (Natal, 2002), o mosquito do gênero *Aedes Aegypti*, ou mosquito da dengue, como é popularmente chamado, é um inseto diurno adaptado para viver em áreas urbanas, ele possui uma coloração preta e listras brancas por todo o corpo, o que o diferencia dos outros mosquitos.

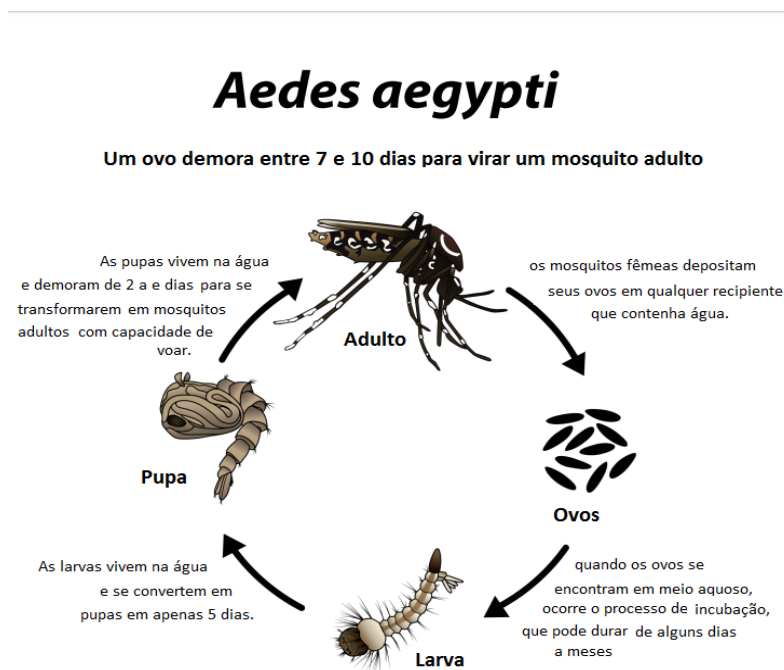
O *Aedes Aegypti* possui menos de um centímetro de tamanho, dura de 30 a 45 dias na forma adulta e leva 7-10 dias para se desenvolver. O mosquito pode resistir a uma temperatura de 5°C até 40°C e prefere climas quentes e úmidos. Possui ciclos reprodutivos que levam em torno de 7 dias. Em cada ovulação pode ser gerado de 250 a 300 ovos do mosquito, os quais são postos próximos a água. Os ovos se assemelham com um grão de arroz preto, e podem sobreviver por até 450 dias⁸. Quando chove e os ovos entram em contato com a água, eclodem em poucos minutos, se

⁸ Fonte: SECRETARIA DO ESTADO DE SAÚDE DE ESPÍRITO SANTO. Conheça as características do mosquito *Aedes Aegypti*. Disponível em: < <https://mosquito.saude.es.gov.br/Not%C3%ADcia/conheca-as-caracteristicas-do-aedes-aegypti>>. Acesso em 21 de agosto de 2024.

transformando em larvas. Elas emergem, permanecendo constantemente na superfície da água, para poderem respirar oxigênio.

As larvas passam por mais 3 processos larvais, até se tornarem uma pupa e, por fim, virarem o mosquito adulto, que inicia todo o processo reprodutivo novamente.

Figura 1: ciclo reprodutivo do *Aedes Aegypti*



Fonte: FIO CRUZ. Dengue. Disponível em: < <https://portal.fiocruz.br/es/doenca/dengue> >. Acesso em 21 de agosto de 2024.

Solução da situação-problema

Com os dados devidamente coletados, nos direcionamentos para o desenvolvimento da solução da situação-problema. Iniciamos relacionando o tempo (em dias) com a quantidade de ovos e mosquitos da seguinte maneira:

- 1º ciclo: 1 a 7 dias → 250 ovos + 0 mosquitos
- 2º ciclo: 7 a 14 dias → 500 ovos + 250 mosquitos
- 3º ciclo: 14 a 21 dias → 750 ovos + 500 mosquitos
- 4º ciclo: 21 a 28 dias → 1000 ovos + 750 mosquitos
- Morte: 28 a 30 dias → 0 ovos + 1000 mosquitos

Consideramos que o mosquito sempre se reproduz em 7 dias e gera 150 ovos, que se tornarão mosquitos adultos em 10 dias. Visto que, como o Estado escolhido possui climas medianos para a proliferação do mosquito, é viável utilizar a média de quantidade de ovos gerados e o tempo de desenvolvimento dos ovos.

Com base na relação estabelecida, definimos a seguinte lei de formação de uma função:

$$f(x): \left\{ \begin{array}{l} 1 \leq x \leq 7 = 0 \\ 7 < x \leq 14 = 250 \\ 14 < x \leq 21 = 500 \\ 21 < x \leq 28 = 750 \\ 28 < x \leq 30 = 1000 \end{array} \right\} g$$

Onde x representa os dias e $f(x)$ a quantidade de mosquitos.

Após a determinação da função que representa a solução da situação-problema, realizamos uma análise social, no sentido de observar o impacto que um ovo do mosquito pode impactar, a médio prazo, para a sociedade. Sendo assim, apresentamos algumas propostas para a diminuição dos mosquitos, apresentada na seção a seguir:

Propostas para a diminuição dos mosquitos

Além dos fatores climáticos, temos vários problemas sociais que contribuem para a proliferação do mosquito, dentre eles:

- Acúmulo de lixo: lixos comportam garrafas, sacolas, potes e outros objetos que acumulam água, servindo de criadouro para o mosquito;
- Falta de saneamento básico adequado: esgoto a céu aberto, “*boca de lobo*” e fossas sépticas improvisadas construídas pelos próprios moradores (muitas vezes mal construídas) acumulam água com muita facilidade, mesmo em épocas de pouca chuva;
- Drenagem urbana precária: ruas e rodovias esburacadas e terrenos baldios são locais de fácil acúmulo de água;
- Falta de cuidado por parte dos moradores residenciais: Vasos de plantas mal cuidados, vasilhas de água destinadas aos animais de estimação, que não são frequentemente higienizadas, caixas d’água mal tampadas, etc.

Para que haja uma diminuição efetiva de casos, é necessário a participação tanto dos governos, buscando reduzir o acúmulo de lixos e mantendo as ruas devidamente construídas, como também dos

moradores, mantendo seus quintais limpos e sem focos do mosquito, descartando o lixo adequadamente, para que sua reciclagem seja feita da maneira correta.

Reflexões mobilizadas a partir do desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática

No começo da atividade, estávamos indecisos sobre qual tema de relevância social poderíamos escolher. Depois de muita análise e discussão decidimos trabalhar um problema que, desde a década de 90, ainda não foi concretamente tratado, a dengue. Com o tema em mente, pensamos em uma maneira de trabalhá-lo utilizando a Modelagem Matemática, na perspectiva de Barbosa (2004). Notamos que há uma relação de quantidade de mosquitos em decorrência do tempo (em dia), ou seja, existe uma função que representa a quantidade de mosquitos com base na quantidade de dias. Assim, concluímos que a modelagem envolveria funções matemáticas.

Tendo o plano formulado, passamos por dificuldades como encontrar a função que representa toda a situação e quais valores usar para trabalhá-la. Ao longo das discussões, resolvemos os problemas, e desenvolvemos a atividade. Todo o processo envolveu análises minuciosas de dados, e constantemente nos encontrávamos em situações problemas.

Algumas considerações...

A escolha por trabalhar com Modelagem Matemática na perspectiva de Barbosa (2004) envolveu não apenas a necessidade de familiarização dos futuros professores com essa perspectiva, mas também a importância de fomentar, nesse contexto, discussões de cunho social, que são fundamentais para as relações de ensino e aprendizagem, tanto da Matemática, quanto em qualquer outra disciplina.

Além disso, a escolha por trabalhar com os futuros professores nos quatro momentos destacados anteriormente foi uma escolha, em nosso ver, adequada, de maneira que os estudantes inicialmente tivessem um contato com uma atividade de Modelagem Matemática (momento 1), para reconhecerem as ações do professor e dos alunos (momento 2), para desenvolverem suas próprias atividades de Modelagem Matemática (momento 3), para só ao final desenvolverem reflexões teóricas sobre essa perspectiva (momento 4). Essa organização de trabalho é intencional/formativa, no sentido dos próprios futuros professores, a partir de suas ações, reconhecessem aos poucos características da Modelagem Matemática nessa perspectiva. Nessa direção, o confronto com situações teóricas derivou-se das próprias ações dos futuros professores, o que significa a implementação de um modelo ativo de formação de professores, caracterizado, dentre outros aspectos, pela participação efetiva de sua própria aprendizagem profissional.



Encontro Paranaense de Educação Matemática
Curitiba, 26 a 28 de setembro de 2024.

Referências

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

BATES, T. Teaching in a Digital Age – Second Edition. Vancouver, B.C.: **Tony Bates Associates Ltd**, 2019.

NATAL, D. BIOECOLOGIA DO AEDES AEGYPTI. **Biológico**, São Paulo, v.64, n.2, p.205-207, jul./dez., 2002

VERONEZ, M. R. D.; RODRIGUES, P. H.; GALDIOLI, L. C. R.; KOWALEK, R. M.
Desenvolvimento Profissional do professor mobilizado pela Modelagem Matemática: uma narrativa em foco. **Vidya**, Santa Maria (RS, Brasil), v. 43, n. 2, p. 327–351, 2023\