

DOI: [10.46943/VIII.CONEDU.2022.GT13.004](https://doi.org/10.46943/VIII.CONEDU.2022.GT13.004)

CONCEPÇÕES SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA: PRIMEIRO A PRÁTICA, DEPOIS A TEORIA

Rhômulo Oliveira Menezes

Doutor em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará – UFPA, rhomulo.menezes4542@escola.seduc.pa.gov.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é identificar concepções a priori e a posteriori sobre a Modelagem Matemática como estratégia de ensino de participantes de uma oficina. A oficina foi realizada na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Seropédica/RJ nos dias 3 e 4 de maio de 2018. Participaram da oficina duas graduandas de Matemática e um mestrando de Matemática. A coleta de dados se deu por meio de gravações de áudio e registros capturados dos cadernos dos participantes e do quadro. Houveram três momentos e uma culminância em que os participantes puderam a partir do desenvolvimento na prática de uma atividade de Modelagem Matemática expressar uma concepção própria sobre essa estratégia. Assim, percebe-se que o fato de os participantes terem vivenciado uma atividade de Modelagem Matemática perfazendo suas etapas na prática ajudou-os na apropriação do processo dando-lhes elementos conceituais para expressarem seus entendimentos acerca dessa estratégia de ensino.

Palavras-chave: Modelagem Matemática, Apropriação, Elementos Conceituais, Concepção Própria.

INTRODUÇÃO

Trazida para o contexto da Educação Matemática, a Modelagem Matemática ganha força no movimento ao possibilitar o ensino de conteúdos matemáticos via aplicações que emergem de situações fictícias ou reais. Bassanezi (2012), que foi um dos precursores no uso desse método/estratégia nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral, a entende como:

(...) uma estratégia utilizada para obtermos alguma explicação ou entendimento de determinadas situações reais. No processo de reflexão sobre a porção da realidade selecionamos os argumentos considerados essenciais e procuramos uma formalização artificial (modelo matemático) que contemple as relações que envolvem tais argumentos (p. 10-11).

Sobre essa formalização artificial, Almeida e Vertuan (2014) pontuam que:

Em Matemática, usamos e construímos modelos – modelos matemáticos – para explicar, representar e fazer previsões para situações e torná-las presentes usando matemática. O modelo matemático é então um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, que é expresso por meio de uma linguagem ou uma estrutura matemática e que tem por finalidade descrever ou explicar o comportamento de outro sistema, em geral, não matemático (p. 02).

Nesse sentido a Modelagem Matemática gera, durante o perpassar das etapas que constituem seu processo, um modelo matemático. Assim, parte-se de um contexto externo a Matemática, no qual se retira dados/informações possíveis de serem mensurados, para serem então analisados sob a ótica de conteúdos matemáticos, daí a ideia de formalizar artificialmente características extraídas da situação ou da problemática investigada, configurando dessa forma o produto final desse processo, o modelo matemático.

No exposto por Bassanezi (2012) e por Almeida e Vertuan (2014), a Modelagem Matemática permite que o modelador transite ora entre recortes de situações reais, ora entre conceitos/teoremas/estruturas de conteúdos matemáticos. Sendo que, mesmo trazendo

temáticas/problemáticas externas a Matemática para serem trabalhadas sob o viés de conteúdos matemáticos, ao fim do processo esse produto final (modelo matemático), retorna ao seu contexto, sendo validado por características do meio de origem.

Nesse sentido, acerca do processo de Modelagem Matemática Bassanezi (2012) o caracteriza segundo as seguintes etapas: Escolha de temas; Coleta de dados; Análise de dados e formulação de modelos; e Validação.

Para a Escolha de temas o autor sugere que se faça um levantamento de situações abrangentes que propiciem uma variedade de questionamentos em diferentes direções. O tema pode ser novo ou de conhecimento dos alunos, sendo de preferência escolhido por eles, os fazendo assim corresponsáveis pela aprendizagem. No entanto, a decisão final precisará ser discutida e caberá ao professor argumentar sobre a exequibilidade ou não do tema selecionado.

Para esse momento Bassanezi (2012) também orienta acerca de como ocorrerá a investigação, pontuando que os alunos devem trabalhar em pequenos grupos, nos quais é possível escolher um único tema que servirá para todos os grupos, ou se optará pela escolha de temas diversos para cada grupo. Por fim o autor aconselha que “para a escolha de um tema a regra é bastante simples: não tenha medo e escolha algo que você gostaria de entender melhor” (BASSANEZI, 2012, P. 13).

Com o tema definido a investigação se inicia com a Coleta de dados. Essa coleta pode acontecer de diferentes formas: entrevistas, pesquisa bibliográfica, experiências programadas. Complementar a essas formas tem o uso da internet, que na visão de Bassanezi (2012) tem sido a primeira fonte de informações procurada. O autor recomenda também que para o ensino e aprendizagem de Matemática esse momento é bastante favorável para o desenvolvimento de algum conteúdo a partir de direcionamentos alternativos.

Os dados coletados precisam ser organizados em tabelas e gráficos que permitirão observar a variação das variáveis envolvidas no fenômeno analisado, configurando assim, a etapa de Análise de dados e formulação de modelos. De maneira simples Bassanezi (2012) conceitua a partir dessa etapa que “buscar um modelo matemático que expressa a relação entre variáveis é, efetivamente, o que se convencionou chamar de modelagem matemática” (p. 16).

A etapa conclusiva do processo de Modelagem Matemática é a Validação. Para Bassanezi (2012) “a validação de um modelo é um processo de aceitação ou rejeição do mesmo e esta análise é condicionada a vários fatores, sendo preponderante o confronto dos dados reais com os valores do modelo” (p. 17).

Assim, o processo de Modelagem Matemática se inicia fora da Matemática (escolha do tema), originando-se de um recorte retirado de um contexto datado historicamente/temporalmente/espacialmente/socialmente/culturalmente, para em seguida ser investigado pelo viés de estruturas/teoremas/algoritmos matemáticos (experimentação e abstração), que permitem encontrar/construir um modelo matemático que represente o recorte investigado (resolução), e assim, o mesmo retorna para ser testado no ambiente que o originou (validação).

Segundo Braga e Espírito Santo (2017), mesmo a Modelagem Matemática sendo uma estratégia de ensino e de aprendizagem de conteúdos matemáticos de variados níveis de ensino, na formação inicial de professores de Matemática, na maioria das vezes, os alunos não fazem Modelagem na prática de disciplinas específicas do curso, tomando conhecimento dessa estratégia a partir de discussões futuras em disciplinas pedagógicas. Nesse cenário Braga e Espírito Santo (2017) defende a díade teoria-prática ou prática-teoria, na medida que graduandos de Matemática ao fazerem Modelagem Matemática constroem subsídios para discutir suas práticas futuras.

Considerando a importância dada para que graduandos vivenciem atividades práticas de Modelagem Matemática, assumimos como objetivo identificar concepções a priori e a posteriori sobre a Modelagem Matemática como estratégia de ensino de participantes de uma oficina.

METODOLOGIA

A oficina “Modelagem na Educação Matemática: Experimento simples com uma vela” fez parte da programação do evento Malba Tahan e o dia da Matemática na Rural, realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ-Seropédica/RJ) nos dias 3 e 4 de maio de 2018. Participaram da oficina duas alunas do curso

de matemática, uma no primeiro período (caloura) e outra no final do curso (concluinte), o outro participante foi um mestrando do mestrado profissional (PROFMAT-SBM).

A oficina foi mediada pelo autor do capítulo e fez parte de um conjunto de atividades desenvolvidas no Laboratório Experimental de Modelagem Matemática, da Faculdade de Matemática, do Campus Universitário da Cidade de Castanhal-PA, da Universidade Federal do Pará (UFPA). A mesma pode ser encontrada em Menezes e Braga (2017).

Os dados foram coletados via gravação em áudio do desenvolvimento da oficina e fotografias dos registros no quadro branco e das anotações dos participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A oficina teve como objetivo apresentar a Modelagem Matemática como estratégia de ensino. E nesse sentido dividimos a mesma em três momentos e uma culminância. No primeiro momento tentamos acessar as concepções que os participantes traziam acerca da Modelagem Matemática como segue no diálogo:

Mediador: O que vocês sabem sobre Modelagem Matemática?

Aluna Concluinte: Bom! É modelar uma situação ou um problema usando da matemática...(inaudível), é isso?

Mediador: Sim! É esse o caminho. Alguém quer contribuir com a resposta da Aluna Concluinte?

Professor PROFMAT: É, parecido! Eu penso que seria levar aquela situação matemática pra uma situação lúdica, uma situação real que possa ser vivida.

Mediador: Real, problema, Aluna Caloura, já ouviu falar de Modelagem Matemática?

Aluna Caloura: Não!

Mediador: Nunca ouviu falar?

Aluna Caloura: Não!

Mediador: Primeira vez?

Aluna Caloura: Sim!

Mediador: Então a ideia é que ao final da oficina a gente tenha uma noção formada do que seja a Modelagem Matemática.

No segundo momento os participantes foram convidados a realizar o experimento da vela. Nesse momento foram discutidas algumas ideias como segue no diálogo:

Mediador: O que vocês entendem por fenômeno?

Aluna Concluinte: O jogador, no senso comum dos brasileiros.

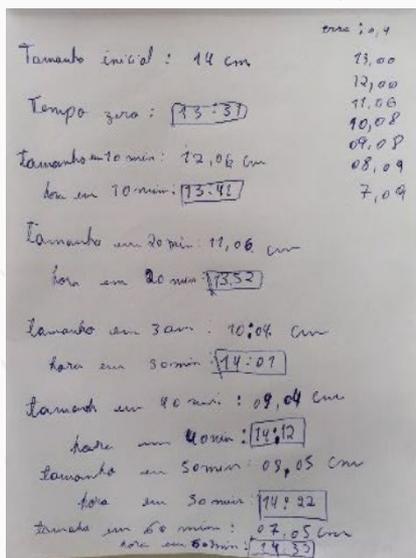
Mediador: Alguém mais?

Professor PROFMAT: Eu penso em algo como um experimento, um evento, algo que tá acontecendo né?!

Aluna Caloura: fenômenos naturais.

Partindo desses exemplos foram trabalhados com os participantes conceitos como: experimento, fenômeno, observação e variáveis. Discutidos esses conceitos os participantes organizaram a logística das funções de cada um no experimento. Foi acordado que no experimento seria observado o fenômeno da queima da vela segundo as variáveis tamanho (em centímetros) e o tempo de queima da chama (em minutos). A Aluna Concluinte ficou responsável por anotar as medidas referentes as variáveis, o Professor PROFMAT cuidou de realizar as medições do tamanho da vela com a régua, e a Aluna Caloura cronometrou o tempo definindo medições de 10 em 10 minutos, como apresentado na Figura 1.

Figura 1: Dados coletados no experimento.

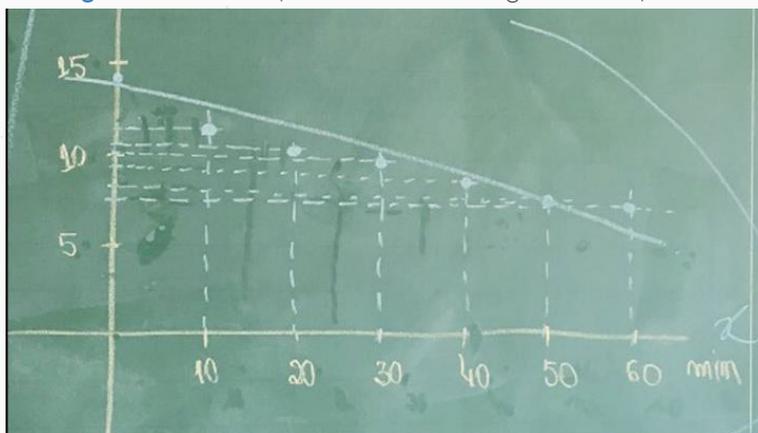


Tempo (min)	Tamanho (cm)	Tempo (min)	Tamanho (cm)
0	14	10	13,41
10	12,06	20	11,06
20	10,04	30	9,04
30	8,05	40	7,05

Fonte: Anotações da Aluna Concluinte, 2018.

Após a coleta de dados o Professor PROFMAT representou os dados coletados no experimento em uma tabela e posteriormente em um gráfico sendo possível observar o comportamento dos dados no plano cartesiano e encontrar um modelo matemático que representasse o fenômeno investigado, conforme a Figura 2.

Figura 2: Dados representados como gráfico no quadro



Fonte: Registros do Professor PROFMAT, 2018.

Em seguida os participantes observando o comportamento dos dados e que os mesmos perfaziam um caminho linear escolheram os pontos (0; 14) e (8,5; 50) para definir uma função do primeiro grau na forma $y = ax + b$, como apresentado na Figura 3.

Figura 3: Modelo Encontrado.

$$y = ax + b$$

$$8,5 = a \cdot 50 + 14$$

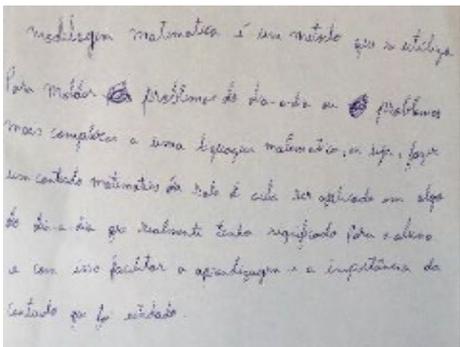
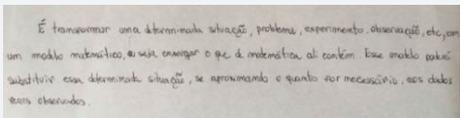
$$a = \frac{8,5 - 14}{50} = -0,11$$

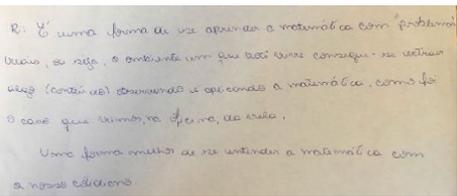
$$y = -0,11x + 14$$

Fonte: Anotações da Aluna Concluinte, 2018

Com o modelo matemático encontrado os participantes puderam gerar dados e comparar os dados gerados do modelo matemático com os dados coletados no experimento da queima da vela, estabelecendo assim, uma margem de erro, e validando o modelo matemático encontrado como sendo naquele momento o que mais se aproximou do fenômeno investigado. No terceiro momento, tomando como exemplo a vivência dos participantes no experimento da vela, pontuamos algumas perspectivas, as etapas do processo e potencialidades para se ensinar matemática via Modelagem Matemática. A culminância da oficina veio com a retomada da questão do primeiro momento: "O que vocês sabem sobre Modelagem Matemática?". As respostas dos participantes foram organizadas Quadro 1.

Quadro 1: Respostas dos participantes

Participante	Concepção do Participante	Transcrição da Concepção
Aluna Concluinte		Modelagem Matemática é um método que se utiliza para moldar problema do dia-a-dia ou problemas mais complexos a uma linguagem matemática, ou seja, fazer um conteúdo matemático em sala de aula ser aplicado em algo do dia-a-dia que realmente tenha significado para o aluno, e com isso facilitar a aprendizagem e a importância do conteúdo que foi estudado.
Professor PROFMAT		É transformar uma determinada situação, problema, experimento, observação, etc., em um modelo matemático, ou seja, enxergar o que de matemática ali contém. Esse modelo poderá substituir essa determinada situação, se aproximando o quanto for necessário, aos dados reais observados.

Participante	Concepção do Participante	Transcrição da Concepção
Aluna Caloura		<p>É uma forma de se aprender a matemática com "problemas" reais, ou seja, o ambiente em que você vive consegue-se extrair algo (conteúdo) observando e aplicando a matemática, como foi o caso que vimos, na oficina da vela. Uma forma melhor de se entender a matemática com o nosso cotidiano.</p>

Fonte: Feito pelo autor, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando o objetivo deste trabalho que foi identificar concepções a priori e a posteriori sobre a Modelagem Matemática como estratégia de ensino de participantes de uma oficina, concluímos que este objetivo foi alcançado na medida em que os participantes aprofundaram suas concepções sobre Modelagem Matemática, no caso da Aluna Concluinte e do Professor PROFMAT, ou passaram a ter uma concepção, como no caso da Aluna Caloura, como exposto no Quadro 2.

Quadro 2: Comparação das respostas dos participantes

O que vocês sabem sobre Modelagem Matemática?		
Antes da Oficina	Participante	Após a Oficina
Bom! É modelar uma situação ou um problema usando da matemática... <i>(inaudível)</i> , é isso?	Aluna Concluinte	Modelagem Matemática é um método que se utiliza para moldar problema do dia-a-dia ou problemas mais complexos a uma linguagem matemática, ou seja, fazer um conteúdo matemático da sala de aula ser aplicado em algo do dia-a-dia que realmente tenha significado para o aluno, e com isso facilitar a aprendizagem e a importância do conteúdo que foi estudado.
É, parecido! Eu penso que seria levar aquela situação matemática pra uma situação lúdica, uma situação real que possa ser vivida	Professor PROFMAT	É transformar uma determinada situação, problema, experimento, observação, etc., em um modelo matemático, ou seja, enxergar o que de matemática ali contém. Esse modelo poderá substituir essa determinada situação, se aproximando o quanto for necessário, aos dados reais observados.

O que vocês sabem sobre Modelagem Matemática?		
Antes da Oficina	Participante	Após a Oficina
...	Aluna Caloura	É uma forma de se aprender a matemática com "problemas" reais, ou seja, o ambiente em que você vive consegue-se extrair algo (conteúdo) observando e aplicando a matemática, como foi o caso que vimos, na oficina da vela. Uma forma melhor de se entender a matemática com o nosso cotidiano.

Fonte: Feito pelo autor, 2018.

Comparando as respostas dos participantes percebe-se um aprofundamento em relação as concepções a priori, acreditamos que isso ocorreu devido os participantes não terem recebido somente informações teóricas sobre o que era Modelagem Matemática. Antes da teoria os mesmos foram convidados a vivenciar as etapas de uma atividade de Modelagem Matemática permitindo que eles se apropriassem do processo apontando em suas concepções elementos que vivenciaram na prática.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W. de; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática na Educação Matemática. In: ALMEIDA, L. M. W. de; SILVA, K. P. da (Org.). **Modelagem Matemática em Foco**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2014.

BASSANEZI, R. C. **Temas e Modelos**. São Paulo: Editora Unicamp, 2012

BRAGA, R. M.; ESPÍRITO SANTO, A. O. do. Modelagem Matemática na perspectiva da Teoria da Atividade de Engeström. **Boletim do Labem**, 8 (Nº 14), (p.143-161), 2017. Disponível em: < <http://www.labem.uff.br/novo/index.php/labem/article/view/102/92>>. Acesso em: 25 de julho de 2018.

MENEZES, R. O.; BRAGA, R. M. Experimento simples com uma vela: possibilidades para o ensino de Cálculo via modelagem matemática. In: ESPÍRITO SANTO, A. O. do; FURTADO, A. B.; SOUZA, E. S. R. de (Org.). **Modelagem na educação matemática e científica: práticas e análises**. (p. 33-47) Belém-PA: Editora Açai, 2017.