



Título do Trabalho: Modelagem Matemática no Ensino: Um Projeto de Captação da Água da Chuva numa Escola Estadual de Peçanha – MG

Autor (es): Daniele Silva Carmo, Ana Clara Resende Queiroz e Silvino Domingos Neto.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Educação Ambiental. Matemática Crítica.

Campus: São João Evangelista

Área do Conhecimento (CNPq): Ciências Exatas e da terra

RESUMO

O presente trabalho apresenta os resultados de um Projeto de Iniciação Científica desenvolvido no período de março de 2016 a maio de 2017, com estudantes do oitavo e nono ano do Ensino Fundamental da Escola Estadual “Senador Simão da Cunha”. Este trabalho intitulado “Modelagem Matemática no ensino: um projeto de captação da água da chuva em uma Escola Estadual de Peçanha-MG”, surgiu após uma forte seca vivenciada pelos habitantes do município. Tem por objetivo principal trazer discussões acerca da Educação Matemática Crítica e da Educação Ambiental, fazendo com que os estudantes, além de aprenderem conteúdos matemáticos, possam refletir sobre atitudes que ajudem a amenizar as consequências da crise hídrica. Os instrumentos de coleta de dados utilizados nessa pesquisa são o diário de campo, registros (anotações) realizados pelos estudantes e áudio-gravações das atividades em sala de aula, além de questionários e entrevistas. Essa pesquisa possibilitou aos estudantes um pensar crítico sobre o consumo de água, uma vez que tiveram a oportunidade de investigar as possíveis causas da crise hídrica enfrentada, além de repensarem suas próprias atitudes, orientada pela Educação Matemática e Educação Ambiental que, por sua vez, recorreu aos processos de Modelagem Matemática elaborados para o contexto do ensino.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a Modelagem Matemática vem se destacando tanto no cenário nacional quanto no internacional. Muitas são as discussões sobre sua utilização no ensino e aprendizagem de matemática. No Brasil existem importantes autores que são referência, dentre esses nomes destacamos Bassanezi (2006), Biembengut, Hein (2010), Almeida, Silva, Vertuan (2012), Barbosa (2001), Meyer, Caldeira, Malheiros (2011), que representam a constituição de importantes tendências neste campo de investigação. Além de autores, existem também importantes eventos científicos que tratam desta temática: os regionais – como o Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática (EPMEM); os nacionais – as edições da Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM); e até mesmo os internacionais – a exemplo do International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Application.

Bassanezi (2006), pioneiro nas pesquisas em Modelagem Matemática no Brasil, defende-a como “a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (p. 16). Os trabalhos de Biembengut e Hein (2010), semelhante ao de Bassanezi, consideram a Modelagem Matemática como “uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para a solução particular, mas também sirvam, posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias” (p. 13). Outra concepção bastante difundida é de Burak (1992), defendendo que a Modelagem Matemática é constituída por 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 predições e tomar decisões” (BURAK, 1992, p. 62 apud OLIVEIRA, 2010, p. 28).

Ressaltamos que a prioridade destes autores acima citados, em relação ao trabalho desenvolvido por meio da Modelagem Matemática, é a obtenção de um modelo, que pode ser posteriormente usado na resolução de outros problemas. Percebemos ainda que essas concepções são muitos semelhantes,



inferimos que isso ocorre pelo fato de que as concepções de Burak e Biembengut foram influenciadas pelas ideias de Bassanezi, já que esse foi orientador dos mesmos.

No âmbito escolar, Bassanezi defende a Modelagem Matemática como “uma estratégia de aprendizagem onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem-sucedido, mas caminhar seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado” (BASSANEZI, 2006, p. 38).

O processo de “Modelação” descrito por Biembengut e Hein (2010), é uma adaptação do processo de Modelagem Matemática para a sala de aula. Para se trabalhar a Modelagem em sala de aula alguns autores sugerem etapas que auxiliam os professores no desenvolvimento das atividades. As etapas sugeridas pelos autores, são divididas em cinco etapas:

1. Escolha do Tema: os alunos são incentivados a escolher um tema que lhes despertem interesse, ou o tema é sugerido pelo próprio professor;
2. Interação: o professor orienta os alunos a fazerem uma pesquisa relacionada ao tema escolhido, a fim de se familiarizar e questionar sobre o assunto.
3. Planejamento do trabalho a ser desenvolvido: é escolhida a questão problema que vai permitir levantar dados bem como fazer uma análise da situação.
4. Conteúdo Matemático: o modelo a ser criado deve utilizar-se do conteúdo programático, caso o modelo envolva um conteúdo matemático que não está no programa o professor pode ensinar ou induzir os alunos a pesquisa.
5. Validação e extensão dos trabalhos desenvolvidos: é verificado se o modelo criado responde a questão inicial avaliando a solução. Depois os alunos são incentivados a divulgarem e relatarem seus trabalhos.

Ainda no contexto da Modelagem no Ensino, destacamos as contribuições de Barbosa, que segundo esse autor, Modelagem Matemática é “um ambiente de aprendizagem no qual os estudantes são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade.” (BARBOSA, 2001, p. 31). O conceito de ambiente de aprendizagem é apresentado por Skovsmose, e “refere-se às condições sob as quais os alunos são incentivados a desenvolver determinadas atividades” (BARBOSA, 2001, p. 31). As atividades desenvolvidas nessas condições não visam apenas aperfeiçoar as habilidades matemáticas dos estudantes, mas também permitir que esses desenvolvam a capacidade de entender e discutir situações referentes à sua relação com a sociedade, propiciando ao estudante o comprometimento com questões políticas, socioculturais, ambientais, enquanto cidadãos. Esta é a proposta da Educação Matemática Crítica, onde as atividades trabalhadas se preocupavam em desenvolver o senso crítico dos estudantes.

Esta concepção que Barbosa defende remete a uma Modelagem que visa não só o aprendizado de matemática, mas também as reflexões acerca da utilização da matemática como ferramenta para interferir em sua realidade. Diferente desse autor, Bassanezi e Biembengut visam a Modelagem no Ensino como uma metodologia onde o estudante aprende matemática através da construção de modelos.

Segundo Barbosa (2001) o modo como essas atividades serão organizadas depende das possibilidades do contexto escolar, da experiência do professor ou do pesquisador, dos interesses dos estudantes e de outros fatores. O autor ainda considera que as atividades de Modelagem podem ser divididas em três casos:

Caso 1 - Nesse caso o professor é responsável pela descrição da situação, dos dados que podem ser reais, e do problema, assim cabe ao estudante a resolução da situação-problema.



Caso 2 - O professor traz para a sala de aula um problema não-matemático e o estudante fica responsável pela coleta de informações que os ajudem a resolver o problema proposto pelo professor. Nesse caso o aluno tem mais participação no seu processo de aprendizagem.

Caso 3 - Nesse caso a Modelagem Matemática é trabalhada por meio de projetos que são desenvolvidos a partir de temas, que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos estudantes. Quando inseridos nesse caso, os estudantes são responsáveis pela coleta de informações, pela formulação e resolução do problema. Aqui, o estudante é responsável pelo seu processo de aprendizagem, sendo o professor apenas um mediador e orientador deste processo.

A partir destes conceitos propomos aos estudantes a construção de projeto de captação de água das chuvas, uma vez que, no final do ano de 2015, a cidade de Peçanha-MG, circunvizinha à São João Evangelista, localizada na região do Vale do Rio Doce, teve sérios problemas de abastecimento de água, pois os moradores de quase todos os bairros da cidade, especialmente os situados em locais altos e afastados do centro, foram privados do fornecimento diário de água. Na ocasião, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) informou que no mês de setembro de 2015 foi registrada uma redução drástica do volume de água do córrego da Divisa, responsável pelo abastecimento do município, provocando intermitências no fornecimento de água. Tal situação foi causada pelo prolongado período de estiagem na bacia hidrográfica do córrego que, somado ao aumento do consumo de água devido ao forte calor, fez com que o abastecimento na cidade ficasse prejudicado.

Assim, nosso objetivo principal foi desenvolver um projeto de captação da água da chuva para a escola com o intuito de diminuir os efeitos da crise hídrica, trabalhando conceitos matemáticos e de tal forma que os estudantes fossem responsáveis pela coleta de informações, pela formulação e resolução do problema. E para o desenvolvimento e organização do estudo, realizamos as cinco etapas propostas por Biembengut e Hein (2010), são elas: convite para o tema, interação, planejamento do trabalho em grupos, matematização e validação do modelo matemático.

METODOLOGIA

O presente trabalho utilizou uma abordagem qualitativa de pesquisa, pois Bogdan e Biklen (1994) nos falam que a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, que são obtidos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada. A pesquisa qualitativa enfatiza mais o processo do que o resultado. A perspectiva dos participantes, ou seja, o significado que os participantes dão as coisas e a vida dos mesmos são algo que merecem atenção do pesquisador em uma pesquisa qualitativa.

A pesquisa foi desenvolvida com estudantes de uma Escola Estadual da cidade de Peçanha- MG, que foi selecionada por existir uma parceria com professores e a direção da escola devido a atuação do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) na área de Matemática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG). Os sujeitos da pesquisa foram estudantes do oitavo e nono ano do Ensino Fundamental com a colaboração da professora responsável pela turma.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados nessa pesquisa foram o diário de campo, registros (anotações) realizados pelos estudantes e áudio-gravações das atividades desenvolvidas em sala de aula. Esses instrumentos auxiliaram na análise a respeito das práticas desenvolvidas nesse projeto. O diário de campo é um instrumento básico utilizado pelos pesquisadores para registrar e anotar os dados recolhidos que interpretamos posteriormente, a fim de sistematizar as experiências e observações para futuramente analisar os resultados. Os registros e anotações realizados pelos estudantes durante o projeto foram tomados como objeto de análise, pois os estudantes fizeram parte do objeto de estudo. As áudio-gravações



foram transcritas e constituíram uma das ferramentas mais importantes para a análise dos dados dessa pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Iniciamos o projeto na escola com a apresentação da proposta a professora¹ de Matemática de uma turma do nono ano, que demonstrou interesse pela temática e concordou em ser parceira no projeto. Para fazer o convite aos alunos, decidimos iniciar introduzindo sobre a temática da água através de um vídeo² sobre o ciclo da água, e assim, deixamos um espaço aberto para que cada um contasse sua experiência no período da seca na cidade e resolveram uma atividade de Modelagem de acordo com o caso 1 descrito por Barbosa (2004) em que “o professor apresenta um problema, devidamente relatado, com dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos a investigação”. Tal atividade foi realizada, por questão de tempo, em conjunto e debatemos todos os algoritmos necessários para a realização dos cálculos.

Em um segundo momento, realizamos um convite formal para todos os estudantes da turma para participar das atividades do projeto em horário extracurricular, em que, alguns estudantes aceitaram participar. E assim, foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para cada um deles e marcadas reuniões semanais, para realização das atividades do projeto.

Antes de qualquer coisa, era necessário saber qual o conhecimento que os alunos já tinham sobre a Modelagem e o assunto a ser pesquisado, pois, para Vygotsky:

O papel da escola é dirigir o trabalho educativo para estágios de desenvolvimento ainda não alcançados pela criança, ou seja, o trabalho educativo deve impulsionar novos conhecimentos e novas conquistas a partir do nível real de desenvolvimento da criança, de seu desenvolvimento consolidado, daquilo que a criança já sabe. (VYGOTSKY, apud CARRACA, 2004, p.145).

Como eles já tinham um pequeno contato com a Modelagem, pois a professora de Matemática da turma já desenvolvia um projeto sobre desperdício de alimentos, apenas formalizamos alguns conceitos de Modelagem Matemática e definimos as fases a serem seguidas.

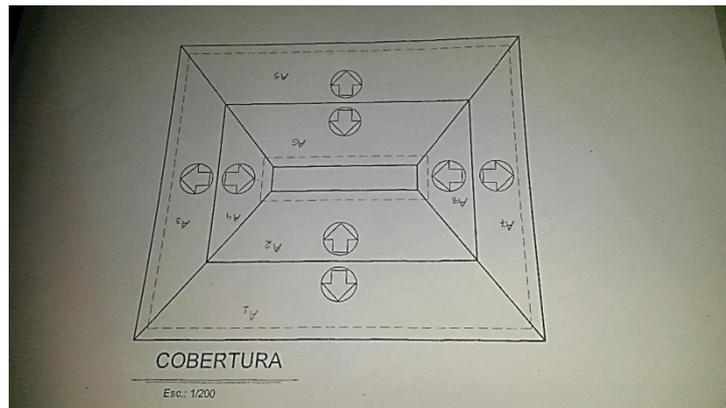
A partir dessas discussões, demos início à fase de pesquisa sobre recursos hídricos e o histórico de seca na cidade. Porém, como não encontramos informações em jornais sobre a crise hídrica, decidimos elaborar uma entrevista para ser realizada com alguns moradores que residem há mais tempo em Peçanha. De acordo com as informações coletadas, percebemos que 2015 foi o ano mais crítico e assim, vimos a necessidade de buscarmos um posicionamento da COPASA através de uma nova entrevista. Em seguida, fizemos cálculo de consumo diário de água por pessoa, cálculo da área do telhado da escola e análise dos gráficos de precipitação fornecidos pela COPASA, para definirmos o modelo de captação da água da chuva ideal para a instituição.

Na figura abaixo, temos a planta original do telhado, fornecida pela direção. Como é possível observar, ela possui uma escala e como os estudantes em questão ainda não tinham conhecimento do assunto, aproveitamos a oportunidade para trabalhá-lo. Inicialmente, encontramos uma certa dificuldade, pois o posicionamento incorreto da régua na hora de medir, fez com que cada um encontrasse uma medida diferente. Porém, sanadas as dificuldades, os estudantes demonstraram bastante habilidade, inclusive com cálculos mentais.

¹ Esta professora era supervisora do PIBID na área de Matemática na escola.

² <https://www.youtube.com/watch?v=g26Wk4gpkws>

Figura 1 - Planta do telhado



Fonte: Registro dos autores

Após o cálculo da área do telhado e análise dos gráficos de precipitação pluviométrica da cidade, com a ajuda de profissionais da área, construímos o projeto de captação da água da chuva ideal para a instituição e fizemos o orçamento. O projeto funciona da seguinte forma: a água da chuva escorre pelas calhas e desce por um cano que está ligado a uma caixa de 10000L. Esta, também está ligada a outra de 10000L que possui uma bomba que jogará sua água para uma caixa de 1000L localizada no telhado e essa será responsável por distribuir a água para a limpeza da escola. Como o espaço físico da escola é muito pequeno, decidimos colocar as caixas num lote vago pertencente à mesma, não sendo necessário ocupar o pátio.

Figura 2 - Orçamento

Planilha de Materiais				
Nome	Tamanho	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Caixa d'água	10000L	2	R\$ 3.899,00	R\$ 7.798,00
Caixa d'água	1000L	1	R\$ 339,00	R\$ 339,00
Cano	100mm	2	R\$ 43,50	R\$ 87,00
Cano soldável	25mm	7	R\$ 11,00	R\$ 77,00
Curva alourada	25mm	5	R\$ 1,90	R\$ 9,50
T	100mm	1	R\$ 8,50	R\$ 8,50
Joelho	100mm	3	R\$ 3,50	R\$ 10,50
Adaptador flange	50mm	4	R\$ 11,90	R\$ 47,60
Adaptador flange	25mm	2	R\$ 6,55	R\$ 13,10
Filtro		1	R\$ 110,00	R\$ 110,00
Boia Automática		2	R\$ 37,00	R\$ 74,00
Boia simples		1	R\$ 6,50	R\$ 6,50
Bomba		1	R\$ 195,00	R\$ 195,00
Torneira de jardim		1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Registro	25mm	1	R\$ 6,50	R\$ 6,50
Cola de cano	175gr	1	R\$ 7,90	R\$ 7,90
Bloco de cimento	20cm	30	R\$ 1,75	R\$ 52,50
Areia	m ³	1	R\$ 74,00	R\$ 74,00
Brita 0	m ³	0,5	R\$ 120,00	R\$ 60,00
Cimento	50kg	8	R\$ 22,00	R\$ 176,00
Mão de obra do pedreiro		1	R\$ 120,00	R\$ 120,00
Mão de obra do bombeiro		2	R\$ 120,00	R\$ 240,00
Instalação da calha		1	R\$ 1.584,00	R\$ 1.584,00
Total				R\$ 11.111,60

Fonte: Registro dos
autores
planilha o
R\$11111,60.

Observa-se que na
orçamento ficou no valor de

A partir desses dados,

calculamos o valor

médio mensal pago pela escola de acordo com a tabela de valores cobrados fornecidos pela COPASA e comparamos com o valor pago após o projeto ser realizado. Assim, concluímos que em torno de 18 meses o valor investido seria repostado. Isso pode ser observado nos cálculos abaixo.

Figura 3 – Cálculos de um aluno



Fonte:

Registro dos autores

CONCLUSÕES

Diante de informações coletadas e discussões feitas com

todas as e os alunos,

percebemos a necessidade de trabalharmos ainda mais a questão da conscientização sobre o consumo de água e instigar possíveis alternativas para a economia e reutilização da água, uma vez que os próprios alunos relataram sentir motivados com a nova abordagem e convidados a mudarem seus hábitos após a realização do trabalho. Acreditamos que o principal não foi a criação do projeto de captação para a escola, mas todas as discussões realizadas e os conhecimentos matemáticos apreendidos pelos estudantes.

Temas como este, que estão subjacentes à realidade que os estudantes da Educação Básica vivenciam, precisam ser bem abordados com a intencionalidade de sensibilizá-los para o desenvolvimento de uma consciência ambiental, rumo a uma vida mais saudável. Assim, essa pesquisa possibilitou aos estudantes um pensar crítico sobre o consumo de água, uma vez que os mesmos participaram desde a etapa da investigação até a construção do modelo de captação, buscando ferramentas de pesquisa e traçando caminhos para a resolução do problema.

O trabalho com a Modelagem na Educação Matemática implica em deixar os estudantes serem protagonistas do seu aprendizado na construção do conhecimento, podendo trazer muitos benefícios para o processo de ensino e aprendizagem. (BASSANEZI, 2006).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. São Paulo, Contexto, 2012

BARBOSA, J. C.; **Modelagem Matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores**, Rio Claro, 2001. Tese (Doutorado em Educação Matemática), UNESP/Rio Claro.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2006. 3.ed. 389 p.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino**. 5 ed., 1ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2010.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

CARRARA, Kester et al. **Introdução à psicologia da educação: seis abordagens**. São Paulo: Avercamp, 2004.

MEYER, J. F. da C. de A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. dos S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011



OLIVEIRA, M. S.; **Interpretação e Comunicação em ambientes de aprendizagem gerados pelo processo de Modelagem Matemática**, Belém, 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas), UFPA.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática crítica - A questão da democracia**. São Paulo: Editora Papirus, 2001.

Participação em Congressos, publicações e/ou pedidos de proteção intelectual:

Os resultados parciais desse projeto foram apresentados no IV Seminário de Integração Acadêmica (SIA) do Instituto Federal de Minas Gerais – *campus* São João Evangelista em outubro de 2016 e uma atividade sobre o consumo de água aplicada com a turma do nono ano da escola em questão, foi publicada no VII Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática (EPMEM) realizado em Londrina em novembro de 2016. E o resultado final foi apresentado na IV Feira de Matemática do Vale do Rio Doce, no dia 9 de junho, recebendo premiação de destaque.