

A Modelagem como processo de ensino e aprendizagem da Matemática no meio ambiente: a construção do curral ecológico

Modelling as a teaching and learning process of Mathematics in the environment: the construction of the ecological corral

KOMAR, Marcelo F. C.¹

MIQUELIN, Awdry F.²

BURAK, Dinísio³

Resumo

O presente artigo tem como objetivo relatar uma das práticas realizadas pela modelagem, na concepção de Educação Matemática, desenvolvidas na Dissertação do Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, no ano de 2017, a partir de um dos temas escolhidos pelos estudantes, a decomposição de materiais na natureza, preocupados com as situações que envolvem o meio ambiente. Participaram dessa prática um grupo com quatro estudantes da Educação Básica, 9º ano do Ensino Fundamental. Esta investigação é concebida na perspectiva qualitativa/interpretativa, com delineamento na perspectiva de Lüdke e André (1986). O tratamento dos dados segue a perspectiva de Bogdan e Biklen (1994). A metodologia da pesquisa segue as etapas sugeridas por Burak (1992, 2008, 2012, 2013), Klüber e Burak (2008), para a utilização da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática. Os resultados analisados apontam para uma melhor qualidade do ensino quando ocorre a interação do professor e do estudante, metodologias adequadas e a reciprocidade entre as disciplinas.

Palavras-chave: educação matemática, modelagem matemática, ensino e aprendizagem.

Abstract

This article aims to report one of the practices carried out by modelling, in the conception of Mathematics Education, developed in the Master's Dissertation in Teaching Natural Sciences and Mathematics, in 2017, from one of the themes chosen by the students, the decomposition of materials in nature, concerned with situations involving the environment. A group of four students from Basic Education, 9th grade of Elementary School, participated in this practice. This investigation is conceived in the qualitative/interpretative perspective, with design in the perspective of Lüdke and André (1986). The treatment of the data follows the perspective of Bogdan and Biklen (1994). The research methodology follows the steps suggested by Burak (1992, 2008, 2012, 2013), Klüber and Burak (2008), for the use of Mathematical Modeling in the

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Campus de Ponta Grossa, Brasil, mfckomar@gmail.com

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Campus de Ponta Grossa, Brasil, awdryfei@gmail.com

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Campus de Ponta Grossa, Brasil, dioburak@yahoo.com.br

perspective of Mathematics Education. The analyzed results point to a better quality of teaching when there is interaction between teacher and student, appropriate methodologies and reciprocity between disciplines.

Keywords: mathematics Education, mathematical modelling, teaching and learning

1. Introdução

Segundo Huf (2016), Castro (2017), Komar (2017), Leite (2018) e Silva (2018), o ensino da Matemática, principalmente no âmbito do Ensino Fundamental, parece estar cada vez mais distante do contexto dos estudantes. Essa constatação feita por meio da observação do cotidiano escolar, na qualidade de professor da Educação Básica, com as turmas de 9º ano do Ensino Fundamental e das discussões com colegas de profissão, adicionadas ao noticiado pelo MEC, em relação aos resultados da Prova Brasil (SAEB) efetivadas na observação dos anos de 2009, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019, tem gerado discussões por parte do coletivo escolar, apontando a fragilidade dos estudantes na compreensão do pensamento matemático para interpretar e resolver problemas, bem como o pensamento espacial e não-euclidiano oportunos nos estudos das geometrias. Nesse contexto, a Matemática ocupa o centro das atenções, pois muitas vezes estes resultados apontam para o fracasso dos estudantes, escondendo e mascarando os problemas relativos ao seu ensino, que implicam a falta de aprendizagem. Neste sentido, o ensino da Matemática é concebido pela Racionalidade Técnica, ou seja, a matemática ensinada de forma tradicional, meramente cartesiana, que contempla um aprendizado “vazio³”. Por outro lado, temos a Educação Matemática, que busca atribuir significados ao processo de ensino, com vistas à aprendizagem.

A Educação Matemática apresenta algumas tendências como a Etnomatemática, Modelagem Matemática, Resolução de Problemas, História da Matemática, Leitura e Escrita na Matemática, Educação Matemática Crítica e uso das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação), que podem contribuir com o processo de ensino e aprendizagem da matemática. Os avanços da Educação Matemática e suas tendências podem promover um processo de ensino e aprendizagem para além da Racionalidade Técnica. É nesta percepção complexa que atribuimos o ensino na perspectiva da Educação Matemática. Como arcabouço teórico que dará sustentação às ações dessa prática, estão sustentadas na Modelagem na concepção da Educação Matemática, cuja natureza envolve a Matemática, a Sociologia, a Psicologia e a Filosofia, a Antropologia, a Língua Materna, o conhecimento sustentado pelo paradigma emergente de Santos (2006, a e b) e paradigma do Pensamento Complexo de Edgar Morin (2006, 2007, 2014), que agrega outros contextos tais como: econômicos, psicológicos, sociais, culturais e políticos.

Os estudos e as perspectivas da Modelagem Matemática na concepção de Burak (1987, 1992, 2004), Klüber e Burak (2008) e Burak e Martins (2015), buscam pautar o ensino de Matemática a partir de situações de interesse do estudante, não como regras impostas para a aprendizagem, mas como um conjunto de procedimentos envolvendo ações e interações, capazes de favorecer a formação de conceitos e a construção de conhecimentos matemáticos e outras áreas do conhecimento, além da Matemática. Na perspectiva da Educação Matemática, na concepção de Burak (1992, p. 62), em que a Modelagem “constitui-se em 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”.

³ Significa que não garante ao estudante o processo de ensino e aprendizagem da Matemática, pois caracteriza-se na memorização e repetição de regras envolvendo exercícios.

Assim, a conduta do estudante favorecida pela Modelagem Matemática na concepção da Educação Matemática, requer uma mudança de postura, por parte do professor, na forma de pensar e mediar o ensino da Matemática. Essa mudança na maneira de conceber o ensino tem outra característica que traduz a diferença entre a Matemática na perspectiva apenas das Ciências Naturais para a Matemática na Educação Matemática, da qual a Modelagem adita sua natureza e o arquétipo epistemológico que direcionam suas ações e procedimentos, buscando constituir o conhecimento escolar do estudante, interpondo a esta metodologia de ensino, o conhecimento científico em aula, características como conhecimentos sociais, envolvendo fatores sociais, culturais, econômicos, entre outros.

2. Metodologia

Esta investigação foi concebida na perspectiva qualitativa/interpretativa, com delineamento na perspectiva de Lüdke e André (1986), cujos pressupostos se apoiam em Bogdan e Biklen (1982), ao tratar das características da investigação qualitativa: (a) observando como o fenômeno de estudo é compreendido pelos estudantes; (b) a descrição das práticas do grupo, de acordo o tema sugerido por eles e a metodologia da Modelagem Matemática; (c) a preocupação com o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes pela interação com a prática em modelagem; (d) nos dados coletados no ambiente colaborativo e (e) a análise dos dados pelo processo indutivo através da inter-relação entre professor e estudantes com a prática em modelagem matemática, na concepção de Burak (1992, p. 62).

3. Resultados

Como encaminhamento metodológico foi inicialmente apresentado aos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, a metodologia da Modelagem Matemática destacada por Burak (1992, p. 62), que adota duas premissas iniciais: 1) partir sempre do interesse do grupo ou dos grupos participantes e 2) os dados devem ser coletados, sempre que possível, onde se dá o interesse do grupo ou dos grupos participantes. Também o encaminhamento da atividade com a modelagem matemática, sendo necessárias cinco etapas para seu desenvolvimento:

1) Escolha do tema – é o momento em que o professor apresenta aos estudantes alguns temas que possam gerar interesse ou os próprios estudantes sugerem um tema. Esse tema pode ser dos mais variados, uma vez que não necessita ter nenhuma ligação imediata com a matemática ou com conteúdos matemáticos, e sim com o que os estudantes querem pesquisar. Já nessa fase é fundamental que o professor assuma a postura de mediador, pois deverá dar o melhor encaminhamento para que a opção dos estudantes seja respeitada.

2) Pesquisa exploratória – escolhido o tema a ser pesquisado, encaminham-se os estudantes para a procura de materiais e subsídios teóricos dos mais diversos, os quais contenham informações e noções prévias sobre o que se quer desenvolver/pesquisar. A pesquisa pode ser bibliográfica ou contemplar um trabalho de campo, fonte rica de informações e estímulo para a execução da proposta.

3) Levantamento dos problemas – de posse dos materiais e da pesquisa desenvolvida, incentiva-se os estudantes a conjecturarem sobre tudo que pode ter relação com a matemática, elaborando problemas simples ou complexos que permitam vislumbrar a possibilidade de aplicar ou aprender conteúdos matemáticos, isso com a ajuda do professor, que não se isenta do processo, mas se torna o “mediador” das atividades.

4) Resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema – nessa etapa, busca-se responder os problemas levantados com o auxílio do conteúdo matemático, que pode ser abordado de uma maneira extremamente acessível, para, posteriormente, ser sistematizado, fazendo um

caminho inverso do usual, pois se ensina o conteúdo para responder às necessidades surgidas na pesquisa e no levantamento dos problemas concomitantemente.

5) Análise crítica das soluções – etapa marcada pela criticidade, não apenas em relação à matemática, mas também a outros aspectos, como a viabilidade e a adequabilidade das soluções apresentadas, que, muitas vezes, são lógica e matematicamente coerentes, porém inviáveis para a situação em estudo. É a etapa em que se reflete acerca dos resultados obtidos no processo e como esses podem ensejar a melhoria das decisões e ações, contribuindo, dessa maneira, para a formação de cidadãos participativos, que auxiliem na transformação da comunidade em que participam (KLÜBER e BURAK, 2008, p. 21-22).

Logo após o encaminhamento das cinco etapas metodológicas da modelagem matemática, foi iniciada a prática com os estudantes, sendo descrito a seguir.

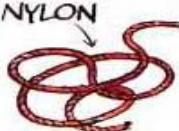
3.1. A escolha do tema

Os quatro estudantes do grupo D: D1, D2, D3 e D4, escolheram o tema decomposição de materiais na natureza, preocupados com as situações que envolvem o meio ambiente. Na sequencia, foram orientados pelo professor a promover a discussão sobre o tema que norteou para alguns apontamentos, entre eles a decomposição de materiais do tipo plástico e borracha na natureza, sendo instigados pelo professor com perguntas e respostas e, então, realizaram uma pesquisa exploratória.

3.2. Pesquisa exploratória

Após pesquisarem em revistas, jornais e mesmo em sites, os estudantes do grupo D constataram que o plástico pode levar mais de 100 anos para se decompor. No caso da borracha dos pneus, descobriram que o tempo de decomposição pode ser indeterminado, conforme Figura 1:

Figura 1
Decomposição de materiais na natureza

PAPEL  DE 3 A 6 MESES	NYLON  MAIS DE 30 ANOS
PANO  DE 6 MESES A UM ANO	PLÁSTICO  MAIS DE 100 ANOS
FILTRO DO CIGARRO  5 ANOS	METAL  MAIS DE 100 ANOS
CHICLE  5 ANOS	BORRACHA  TEMPO INDETERMINADO
MADEIRA PINTADA  13 ANOS	VIDRO  1 MILHÃO DE ANOS

Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br>

Os dados da pesquisa obtidos pelos estudantes do grupo D esclareceram que o tratamento do lixo doméstico é considerado um fracasso. O Brasil produz cerca de 241.614 toneladas de lixo por dia⁴, 76% são depositados a céu aberto em lixões, 13% em aterros controlados, 10% em aterros sanitários, 0,9% compostados em usinas e 0,1% incinerados. Com os dados pesquisados, os estudantes observaram como ocorre esta forma de poluição ambiental. Compreenderam que a falta de consciência e preservação ambiental geram consequências graves para a humanidade e o meio ambiente. Além disso, discutiram sobre a importância da preservação do meio ambiente, tentando evitar esta forma de poluição, que se apresenta de maneira inorgânica (resíduos sólidos), para que não sejam descartados no solo ou em rios e mares, que devido ao tempo indeterminado de sua decomposição polui o solo e contamina o lençol freático por muitos anos, prejudicando inclusive nossa fonte de vida, a água.

Ao discutirem os resultados da pesquisa exploratória, os estudantes do grupo D levantaram algumas possibilidades de diminuição dessa forma de poluição, escolhendo um dos elementos da decomposição dos materiais na natureza (Figura 1) para o estudo, a borracha de pneus.

Tal escolha realizada pelos estudantes refere-se à realidade da sua localidade, considerando-se sua vasta extensão territorial do campo, utilizando o descarte destes pneus no uso de cercas para animais da espécie bovina, chamadas de currais. Os estudantes do grupo D definiram como "curral ecológico" [sic].

De imediato, o professor sugeriu aos estudantes que procurassem explicações em sites de pesquisa e que trouxessem para a próxima aula o que seria necessário para a construção do "curral ecológico". No período da tarde, alguns estudantes do grupo D solicitaram orientações ao professor pesquisador pelas redes sociais, como o Facebook. Assim, o professor sugeriu o site do Google para encaminhamentos como vídeos, imagens e textos, que seriam apresentados na aula seguinte. Então, com base no relato dos estudantes, foi apresentado um estudo sobre como construir um "curral ecológico", com um vídeo do programa Minas Rural², da EMATER-MG (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais). O vídeo permitiu aos estudantes uma maior compreensão sobre a construção do "curral ecológico". Foram feitos questionamentos aos estudantes em relação às informações recebidas, que apresentaram as seguintes considerações: o entendimento dos estudantes sobre o tema proposto, a compreensão com base no relato do vídeo em que o agricultor explicou como fazer a construção de um curral ecológico, gastando apenas R\$200,00. Neste sentido, o professor questionou os estudantes sobre: *como ele construiu? Qual a metragem da construção? O que ele utilizou de materiais?* As respostas dos estudantes foram "ele utilizou palanques de eucalipto de sua própria fazenda e 100 pneus velhos de caminhão coletados pela Prefeitura local. Cortavam as laterais dos pneus com motosserra. Parece que a construção era de 300 m²!!" [sic]. O professor ainda questionou: "em nossa cidade, nossa Prefeitura, é gasto mais pneus de caminhões ou de carros? [sic]. Para surpresa do professor um dos estudantes tinha um pai que trabalhava com pneus (borracharia) e afirmou: *pneus de passeio, professor [sic]*. Assim os estudantes decidiram por pesquisar um pneu de passeio e escolheram, devido ao maior consumo no município, o pneu com aro 14.

Com base nos relatos dos estudantes, o professor provocou os estudantes com o seguinte questionamento: "muito bom? agora como vocês conseguem traduzir os elementos desta construção em linguagem matemática?"

⁴ Pesquisa efetuada pelos estudantes no site <http://www.portalsaofrancisco.com.br/meio-ambiente/decomposicao-do-lixo>.

[sic]. E ainda: “vocês conseguem expressar estas relações matemáticas? Por exemplo, a área, perímetro, o que vocês acham?” [sic].

Assim a prática foi encaminhada pela mediação do professor para o levantamento dos problemas.

3.3. Levantamento dos problemas

Em sala de aula, os responsáveis pelo grupo D, foram orientados a promoverem discussões dos dados, com o intuito de levantar questões matemáticas ou não. Assim, foi oportunizado aos estudantes do grupo D que elaborassem problemas, com base na pesquisa efetivada, dentre as questões levantadas: qual a quantidade de pneus de carros utilitários cuja leitura é 185/60 R14 (escolhido por eles) são necessários para a construção de um “*curral ecológico*” de perímetro 70 metros, área 300 m² e altura de 1,80 metros com 05 faixas? Qual o custo necessário para a construção do curral de pneus com leitura 185/60 R14, incluindo materiais como palanques, parafusos, dobradiças e mão de obra?

3.4. Resolução do(s) problema(s)

Para resolver o problema da quantidade de pneus 185/60 R14 de carros utilitários necessários para a construção de um “*curral ecológico*” de perímetro 70 metros, área 300 m² e altura de 1,80 metros com 05 faixas, os estudantes foram incentivados a discutir inicialmente sobre os conceitos de perímetro e área. Todo procedimento da pesquisa foi gravado pelo professor pesquisador, envolvendo a prática dos estudantes com a Modelagem.

A atividade proporcionou o seguinte questionamento aos estudantes, como:

Professor: *o que vocês entendem como perímetro e área? [sic].*

D1: *perímetro são os lados? E a área é a região dentro dos lados, isso professor? [sic].* PROFESSOR: *isso mesmo estudantes, apenas acrescento que perímetro são as medidas destes lados e a área a superfície delimitada por estes lados. Um exemplo simples é olharmos para este quadro negro, o que é o perímetro e o que é a área para vocês? [sic].*

D1 D2: *perímetro são os lados do quadro e a área a parte de dentro, isso professor? [sic].*

Professor: *isso mesmo estudantes, parabéns!!!*

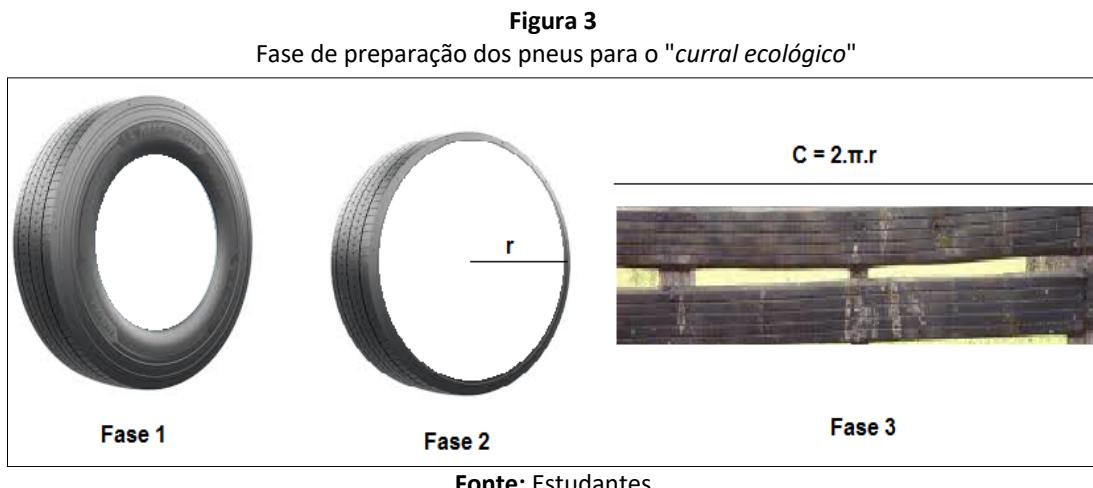
Os estudantes do grupo D tiveram a possibilidade de propor ações que pudessem expressar seu conhecimento prévio, com os dados obtidos através do diálogo sobre área e perímetro. Assim, os estudantes puderam construir o seguinte desenho, conforme descreve a Figura 2:

Figura 2
Construção do “*Curral Ecológico*” estudantes grupo D



Fonte: Estudantes

No caso dos pneus, o PROFESSOR orientou os estudantes para que desenvolvessem algumas fases da preparação do pneu para o "curral ecológico", de modo que pudessem visualizar melhor a atividade, o que foi apresentado pelos estudantes através da Figura 3:



Com base na leitura da Figura 3, os estudantes ainda explicaram como ocorre as fases de preparação do pneu, apresentando as seguintes considerações:

D2 D3: *No caso da fase 1 seria a fase de coleta dos pneus 185/60 R14 de carros utilitários, podendo ser nas borracharias ou procurando no pátio de máquinas da prefeitura. Na fase 2, seria a preparação dos pneus por um profissional, utilizando motosserra que deverá retirar as laterais. Nesta fase o pneu apresenta o formato de uma circunferência e na fase 3 ele é esticado e revela o comprimento da circunferência, isso professor? [sic].*

Professor: *Pelo que percebi vocês conhecem o conceito de comprimento da circunferência, muito bem. Apenas acrescento, o que vocês acham de pesquisar sobre o que significa as medidas 185/60 R14, acredito que possa existir alguma relação destas medidas com o comprimento da circunferência, tudo bem? [sic].*

D1 D2: *tudo bem professor, vamos procurar!! [sic].*

Com base na mediação, os estudantes motivaram-se a buscar respostas sobre o que seria a leitura do pneu 185/60 R14, obtendo através da pesquisa no site do Google a Figura 4:

Com base na pesquisa, os estudantes demonstraram qual o comprimento de cada pneu com leitura 185/60 R14, utilizando a fórmula (01) do comprimento da circunferência:

$$C = 2\pi r \quad (01)$$

Os estudantes lembraram que $2r$ refere-se a fórmula do diâmetro, ou seja, (02):

$$D = 2r \quad (02)$$

Resolveram substituir a fórmula (01) em (02) ficando com (03):

$$C = D\pi \quad (03)$$



Fonte: <http://www.aldeiadapedra.com.br>

Tal atitude apresentada pelos estudantes reforça o entendimento do diâmetro apresentado pela Figura 4, no entanto, coube aos estudantes, para o cálculo do comprimento de cada pneu, considerar, ainda, as seguintes informações:

O diâmetro interno do pneu R14 é dado por 14 polegadas. Como cada polegada equivale a 2,54 cm, os estudantes encontraram $14 \cdot (2,54) = 35,56$ cm para o diâmetro interno. Porém, não esqueceram de somar, também, para o diâmetro total (D) a altura da banda (medida superior + medida inferior), que corresponde a 60% da largura do pneu, que tem dimensões 185 mm, ou seja, 111 mm ou 11,1 cm. Assim o diâmetro (D) foi apresentado pelos estudantes com a seguinte soma $D = 35,56 + 11,1 + 11,1$, perfazendo um total de 57,76 cm. Então para calcular o comprimento do pneu 185/60 R14 os estudantes aplicaram na fórmula (03), considerando o valor de $\pi = 3,14$ como se segue:

$$C = D \cdot \pi$$

$$C = 57,76 \cdot (3,14)$$

$$C = 181,36 \text{ cm}$$

$$C = 1,81 \text{ m}$$

Que corresponde à medida do comprimento do pneu na fase 3, conforme Figura 3.

No entanto, os estudantes ainda precisavam responder a pergunta de quantos pneus 185/60 R14 seriam necessários para a construção de um "curral ecológico" de perímetro 70 metros, área 300 m² e altura de 1,80 metros com 05 faixas. Estabeleceram as seguintes relações matemáticas de área e perímetro, (04) e (05), respectivamente:

$$x \cdot y = 300 \quad (04)$$

$$2x + 2y = 70 \quad (05)$$

Professor: como encontraram este resultado? Expliquem? [sic].

D3: como a área é de um retângulo professor então fizemos uma medida x vezes a outra medida y, ou seja $x \cdot y = 300$ e para o perímetro dois lados iguais mais dos lados opostos iguais, que resulta em $2x + 2y = 70$, pelo menos aprendemos assim, isso? [sic].

Professor: Muito bem. gostaria que vocês calculassem o resultado, tudo bem? [sic].

Os estudantes dividiram por 2 a equação (05), obtendo a seguinte expressão (06):

$$x + y = 35 \quad (06)$$

Em seguida, isolaram o valor de x (06), obtendo $x = 35 - y$ e substituíram na expressão (04), obtendo

$$(35 - y) \cdot y = 300, \text{ ou seja}$$

$$y^2 - 35y + 300 = 0 \quad (07)$$

que apresentou como solução, utilizando-se da regra da soma e produto de uma equação do 2º grau, obtendo $y' = 15$ ou $y'' = 20$. Retornando a equação (06), ao substituírem $y' = 15$ ou $y'' = 20$, os estudantes obtiveram os seguintes resultados para x:

$$\text{se } y' = 15, x' = 20 \text{ e}$$

$$\text{se } y'' = 20, x'' = 15$$

Por fim, decidiram coletivamente que o "curral ecológico" terá as dimensões de $x = 20$ e $y = 15$ metros, conforme observado pelas dimensões da Figura 2. Os estudantes também construíram um esboço do "curral ecológico", conforme a Figura 5:

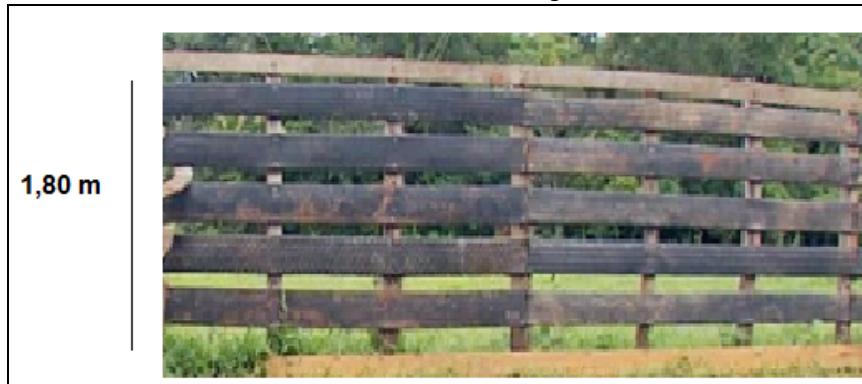
Assim concluirão que a quantidade de pneus necessárias para um perímetro de 70 metros, com 5 faixas poderia ser descrito pela seguinte operação:

$$[\text{Perímetro} : (\text{comprimento de cada pneu})] \cdot (5 \text{ faixas})$$

$$[70 : (1,81)] \cdot (5), \text{ ou seja}$$

$$= 193 \text{ pneus}$$

Figura 5
Modelo do "curral ecológico"



Fonte: Estudantes, adaptado vídeo "curral ecológico" EMATER-MG
<https://www.youtube.com/watch?v=MUTHIxChqg>

Professor: *neste caso as expressões estão corretas, muito bem, parabéns!!!*

Na sequência o professor orientou os estudantes a responder o segundo problema: qual o custo necessário para o construção do curral de pneus com leitura 185/60 R14, incluindo materiais como palanques, parafusos, dobradiças e mão de obra? Tudo bem? [sic].

Após a orientação, os estudantes fizeram uma pesquisa exploratória em três borracharias da cidade, três madeireiras e duas lojas de materiais de construção. Adotaram a leitura do pneu 185/60 R14. Com base na pesquisa concluíram que a prefeitura municipal do município realiza a coleta seletiva de recicláveis, mas no momento não tinham informações sobre a reciclagem dos pneus. Os estudantes pesquisaram o valor de cada palanque de eucalipto (tratado) em três madeireiras, sendo que apenas uma realiza este tipo de comércio, e que o valor de cada palanque, com medidas de 2,5 m de comprimento, medindo 10x10 cm, sairia em torno de R\$10 o metro linear, ou seja, R\$25,00 o valor unitário.

Constataram, ainda, que o custo de venda que cada borracharia entrega às empresas de coleta de outras cidades, seria de R\$20 cada, conforme disponibilidade e encomenda antecipada. No caso dos parafusos para fixação nos palanques de eucalipto, o menor preço orçado (modelo utilizado em Eternit de 8 mm) seria o de 11,5 cm de comprimento com borracha de vedação, com custo de R\$0,50 cada (necessário dois em cada um). Ainda orçaram quatro dobradiças grandes, com o valor unitário de R\$8,00 cada uma, para o portão de entrada e portão de saída, lembrando que o "curral ecológico" seria apenas um espaço aberto, sem divisões, para o controle e manejo do rebanho. Como mão de obra, orçaram por "empreita" o valor de R\$4.000,00.

Percebe-se que a atividade ganhou um novo rumo significativo de aprendizagem, pois, até o momento, não havia custo para os palanques de eucalipto e pneus. Neste sentimento, coube aos estudantes apresentar o Quadro 1:

Quadro 1
Estimativa do custo com a construção do "Curral Ecológico"

Discriminação	Custo Unitário	Quantidade	Valor R\$
Palanques eucalipto 2,5 m (10x10 cm)	R\$25,00	eixo x = 22 eixo y = 16	R\$950,00
Pneus 185/60 R14	R\$20,00	193	R\$3.860,00
Parafusos (11,5 cm)	R\$0,50	380	R\$190,00
Dobradiças	R\$8,00	04	R\$32,00
Mão de obra	R\$4.000,00	01	R\$4.000,00
		TOTAL	R\$9.032,00

Fonte: Estudantes

Utilizou-se a distância de 1,81 m para cada palanque de eucalipto, conforme medida encontrada pelos estudantes no comprimento do pneu, ou seja, para a medida de $x=20$ metros seria necessário, aproximadamente, 11 palanques (total 22) e para a medida de $y=15$ metros aproximadamente 8 palanques (total 16). Então um total geral de 38 palanques de eucaliptos, Figura 2. Cada palanque de eucalipto terá 05 faixas de pneu, cada faixa com 02 parafusos, ou seja, 10 parafusos por palanque. Como o total de palanques é 38 então são necessários 380 parafusos.

Assim, conforme construído pelos estudantes, Quadro 1, o custo estimado para a construção do "curral ecológico" é de aproximadamente R\$9.032,00. Com base na expressão matemática concluíram que o menor custo incide quando o agricultor possui sua plantação de eucaliptos nativa e dentro da legislação sobre reflorestamento e que também necessita de uma iniciativa de educação ambiental por parte dos governantes municipais de nosso município, no caso da coleta dos pneus recicláveis.

3.5. Análise crítica das soluções

Com base nos diálogos dos estudantes, sobre as questões que dizem respeito à solução dos problemas levantados, foram feitas observações, comentários e discussões relativas a atividade decomposição de materiais na natureza, com a utilização de pneus recicláveis para a construção do "curral ecológico".

As questões relativas aos conteúdos matemáticos, como conceito de perímetro e área, foram bem associadas pelos estudantes, sendo perceptível a condução da atividade de maneira correta, como o produto entre duas variáveis, relacionando a área e o perímetro com o custo mínimo para a construção do "curral ecológico", sendo satisfatória a afirmação do estudante D3: *como a área é de um retângulo professor então fizemos uma medida x vezes a outra y, ou seja x . y = 300 e para o perímetro dois lados iguais mais dos lados opostos iguais, que resulta em 2x + 2y = 70, pelo menos aprendemos assim, isso? [sic]*.

Com base nos encaminhamentos sobre o conceito de área e perímetro, os estudantes produziram as fases de preparação dos pneus, utilizando-se também da expressão matemática do comprimento da circunferência, dada por $C = 2 \cdot \pi \cdot r$, para linearizar o comprimento de cada pneu reciclado expressando o valor de $1,81\text{ m}$, bem como encontrar a solução das medidas dos lados do "curral ecológico" através das expressões matemática $x \cdot y = 300$ (área) e $2x + 2y = 70$ (perímetro), permitindo, assim, que a quantidade dos pneus seria de 193 pneus.

Outra situação que ensejou uma análise crítica foi a pesquisa dos estudantes sobre o custo de um "curral ecológico". Tal situação gerou um desafio nos estudantes, em pesquisar informações em três borracharias da cidade, três madeireiras, duas lojas de materiais de construção, a mão de obra, bem como na prefeitura municipal do município, chegando ao valor de R\$9.032,00, permitindo aos estudantes a pesquisa e investigação sobre o tema.

4. Conclusões

A análise e interpretação dos dados nessa prática se expressam pela experiência vivida pelo professor e seus estudantes. O desenvolvimento da prática como Modelagem Matemática possibilitou refletir sobre o papel docente, antes assumido como centralizador do conhecimento, possibilitando outra perspectiva docente. O conhecimento, ainda que de forma elementar sobre aspectos epistemológicos em relação ao conhecimento, orientado e favorecido pela natureza da Educação Matemática, pode diferenciar características das teorias de aprendizagem presentes no âmbito da escola e outros fundamentos importantes da educação, como o diálogo, o interesse do estudante, o ambiente colaborativo, sobre o ser do estudante como um sujeito único, reconhecendo a importância de suas experiências e agregando novos valores ao ambiente escolar, fazendo uso da Modelagem Matemática como metodologia de ensino, cujos fundamentos tornam o ambiente escolar colaborativo, proativo, permitindo ao professor visualizar com clareza um processo de ensino com vistas à aprendizagem.

Essa configuração de conceber e realizar o ensino de matemática mostrou os estudantes mais entusiasmados, em todos os momentos, durante a realização das atividades que foram construídas de modo colaborativo, desde a escolha dos temas e as pesquisas realizadas, em todas as etapas da Modelagem. Buscou-se nesse delineamento

compreender, a partir dos dados coletados, sob o ponto de vista docente, a possibilidade de o professor pesquisar o processo de ensino e sob a ótica dos estudantes, ações e procedimentos capazes de favorecer a aprendizagem dos conteúdos matemáticos e aprendizagens e de outros campos do conhecimento, uma vez que podem indicar caminhos e estratégias e, sugerir questionamentos que beneficiem ao estudante assumir um papel ativo na construção de seu conhecimento.

Na perspectiva de Burak (1992) a Modelagem Matemática oportuniza a formação de estudantes autônomos com capacidade para pensar, refletir e encontrar a melhor solução para os problemas rotineiros que se deparam na vivência diária. Assim, quando o professor se propõe a mediar o ensino, não como centralizador do conhecimento, mas como potencializador da aprendizagem, as atividades desenvolvidas pelos estudantes objetivam projetar indivíduos integrantes da sociedade com pensamentos críticos e reflexivos sobre sua capacidade de decisão.

Referências bibliográficas

- BIKLEN, S; BOGDAN, R. C.. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, p. 134-301, 1994.
- BURAK, D. *Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série*. Rio Claro-SP, 1987. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – IGCE, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho-UNESP.
- BURAK, D. *Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino- aprendizagem*. 1992. 460p. Tese (Doutorado em Psicologia Educacional). Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Educação. SP.
- BURAK, D. *A Modelagem Matemática e a sala de aula*. I EPMEM – I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, Anais. Londrina, PR, 2004.
- BURAK, D; MARTINS, M. A.. *Modelagem Matemática nos anos iniciais da Educação Básica: uma discussão necessária*. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 8, n. 1, 2015.
- CASTRO, E. M. V. de. *Procedimentos dos estudantes associados às ações cognitivas em atividades de modelagem matemática*. 2017. 99f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Estadual do Centro Oeste. PR.
- HUF, S. F. *Modelagem na Educação Matemática no 9º ano do Ensino Fundamental: uma perspectiva para o Ensino e a aprendizagem*. 2016. 136p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO.
- KLÜBER. T. E.; BURAK, D. *Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas*. In: *Educação Matemática e Pesquisa*, São Paulo, v.10, n.1, Professor-17-34, 2008.
- KOMAR, M. F. C. *A Modelagem Matemática no processo de ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental: Ações e Interações*. Guarapuava-PR, 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática), Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO.
- LÜDKE, M e ANDRÉ, M. E. D. A.. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- LEITE, K. da C. *Modelagem Matemática na Educação do Campo: tecendo novos caminhos*. 2018. 219f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Estadual do Centro Oeste. PR.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MORIN, E. Sete saberes necessários à Educação do Futuro. Trad. Catarina Eleonora F. da Sila e Jeanne Sawaia. 11ed. São Paulo: Cortez, 2006.

MORIN, E. Desafios da transdisciplinaridade e da complexidade. In: AUDY, Jorge Luis Nicolas; MOROSINI, Marília Costa (Orgs). Inovação e interdisciplinaridade na Universidade. Porto Alegre: Edipucrs, 2007.

MORIN, E. A cabeça bem feita: repensar a reforma , reformar o pensamento. Trad. Eloá Jacobina. 21 ed. Rio de Janeiro: Bertrand. 2014.

SANTOS, B. DE S. Conhecimento prudente para uma vida decente. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006, 821p.

SILVA, V. da S. Modelagem Matemática na formação inicial de pedagogos. 2018. 189f. Tese (Doutorado em Educação) – Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional