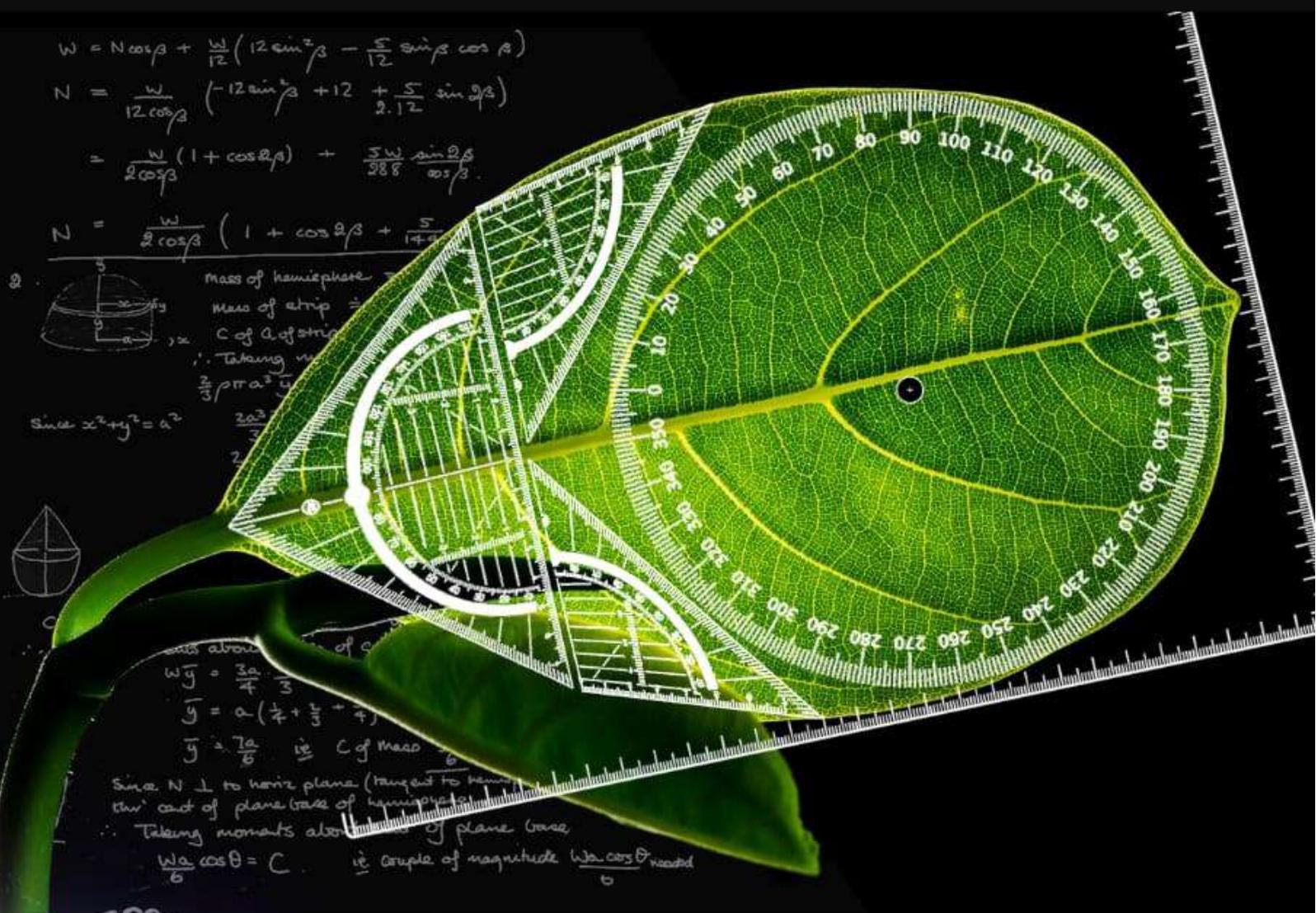


Modelagem Matemática na Educação Amazônica



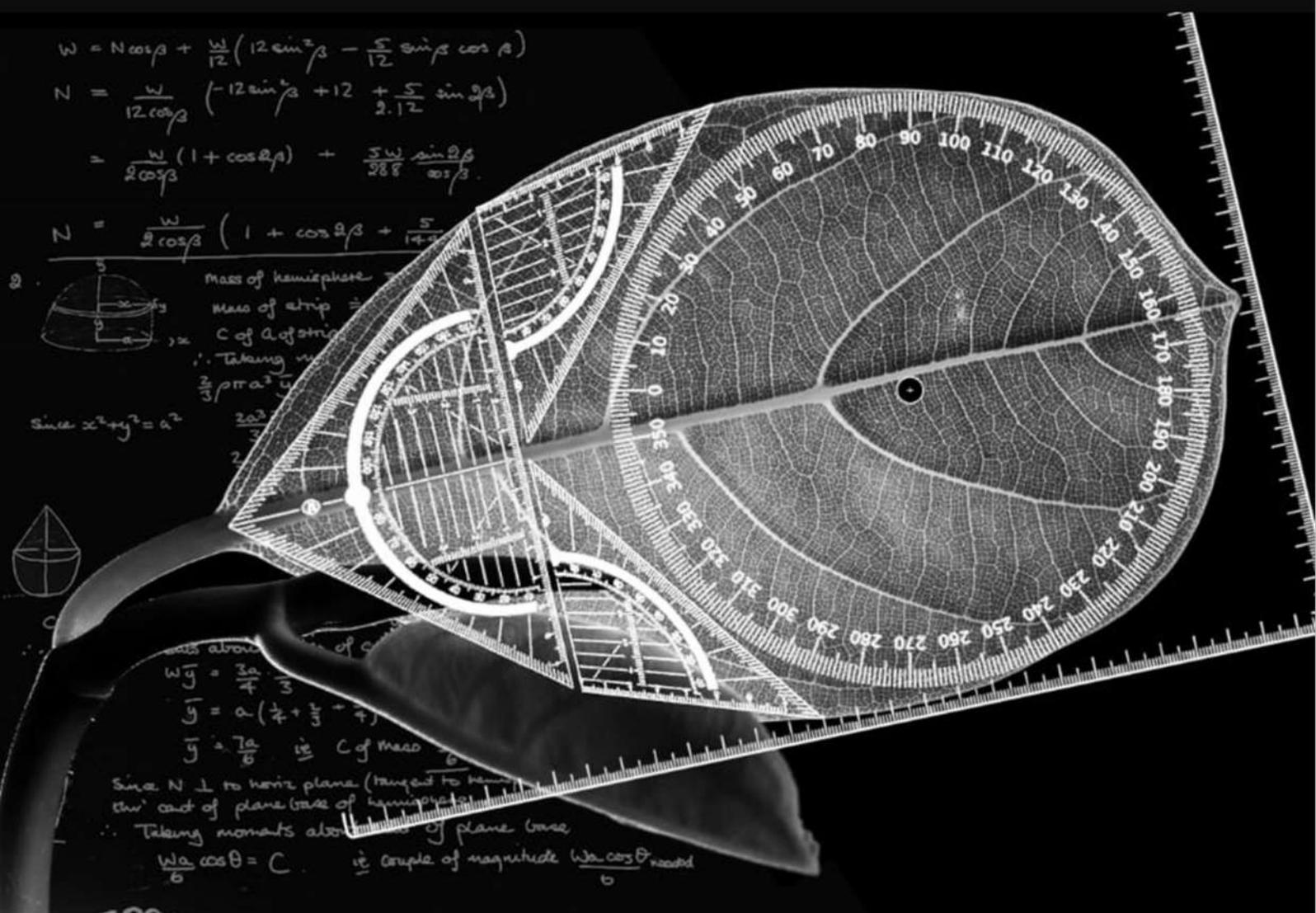
Organizadores:

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

Francisco Robson Alves da Silva

José Ricardo e Souza Mafra

Modelagem Matemática na Educação Amazônica



Organizadores:

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

Francisco Robson Alves da Silva

José Ricardo e Souza Mafra



Rfb
Editora

Organizadores:
Ednilson Sergio Ramalho de Souza
Francisco Robson Alves da Silva
José Ricardo e Souza Mafra

Modelagem matemática na educação amazônica

1ª Edição

Belém
 Rfb
Editora
2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

M689 Modelagem matemática na educação amazônica [recurso eletrônico]:
volume 1 / Organizadores Ednilson Sergio Ramalho de Souza,
Francisco Robson Alves da Silva, José Ricardo e Souza Mafra. –
Belém, PA: RFB Editora, 2020.
201 p. : il. color.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-990978-1-2

1. Matemática – Estudo e ensino – Amazônia. 2. Modelos matemáticos. 3. Prática de ensino. I. Souza, Ednilson Sergio Ramalho de. II. Silva, Francisco Robson Alves da. III. Mafra, José Ricardo e Souza.

CDD 510.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



www.rfbeditora.com

Copyright da edição brasileira
© 2020 Rfb Editora.

Copyright do Texto
© 2020 Os Autores.



Obra sob o selo Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a. Roberta Modesto Braga - UFPA.
Prof. Me. Laecio Nobre de Macedo - UFMA.
Prof. Dr. Rodolfo Almeida Maduro - UFOPA.
Prof.^a Dr.^a. Ana Angelica Mathias Macedo - IFMA.
Prof. Me. Francisco Robson Alves da Silva - IFPA.
Prof.^a Dr.^a. Elizabeth Gomes Souza - UFPA.
Prof.^a Me. Neuma Teixeira dos Santos - UFRA.
Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA.
Prof.^a Me. Antônia Edna Silva dos Santos - UEPA.
Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa - UFMA.

Diagramação.

Priscila Rosy Borges de Souza.

Capa

Emanuella Rebelo Camargo.

Revisão de texto

Os autores.



WhatsApp: 91988857730.

Home page: www.rfbeditora.com.

E-mail: adm@rfbeditora.com.

CNPJ: 36.972.053/0001-11.

Belém, Pará, Brasil.

Sumário

Apresentação	5
---------------------------	----------

Ednilson Sergio Ramalho de Souza
Francisco Robson Alves da Silva
José Ricardo e Souza Mafra

Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?	9
---	----------

Emerson Silva de Sousa
Ednilson Sergio Ramalho de Souza

Educação infantil e modelagem matemática: algumas considerações	37
--	-----------

Claudenilda Mota Carvalho
Beatriz Santos Oliveira

Jogos de modelagem matemática e o estudo da tabuada para melhorar o domínio dos cálculos nas aulas de matemática e física	53
--	-----------

Gleice Daniely Vera Cruz de Ataíde
Ednilson Sergio Ramalho de Souza

Ciclos de modelagem com professores da educação básica	67
---	-----------

Emanuella Rebelo Camargo
Manoel Bruno Campelo da Silva

Modelagem matemática e a educação para surdos.....	87
---	-----------

Gisele Santos de Jesus
Aurinívia Lopes Souto Maior

Modelagem matemática e educação infantil: discussões teóricas iniciais 97

Ádria Pantoja Soares da Silva

José Ricardo e Souza Mafra

Modelagem matemática e tecnologias educacionais 109

Manoel Bruno Campelo da Silva

Francisco Robson Alves da Silva

Uma experiência com modelagem matemática, letramento científico e BNCC 123

Julienne Samara Viana dos Anjos

Kleison Silveira Paiva

Ciclo de modelagem na compreensão conceitual da ponte autosustentável de Da Vinci 141

Jorge Carlos Silva

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

Modelagem matemática e o manejo na produção de açaí: uma aproximação potencializadora no ensino de matemática em uma comunidade ribeirinha da Amazônia..... 167

Boaventura Neto Souza da Cruz

Rodolfo Maduro Almeida

Apresentação

Ednilson Sergio Ramalho de Souza

Francisco Robson Alves da Silva

José Ricardo e Souza Mafra

A presente obra é fruto de reflexões sobre modelagem matemática na educação amazônica realizadas no âmbito do Grupo de Estudos e Pesquisas em Modelagem Matemática (Gepemm) da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa). Trata-se, portanto, de projetos acadêmicos que se tornaram ações reais no campo teórico e prático e que, em sua maioria, fazem parte de pesquisas para tese de doutorado, dissertação de mestrado e trabalho de conclusão de curso de graduação.

Desse modo, a presente obra é constituída por dez capítulos cujos autores são pesquisadores experientes e novatos que juntos dedicaram preciosos momentos de seus atarefados dias para trazer à comunidade de professores propostas inovadoras para o ensino de ciências e de matemática nos diferentes níveis educacionais. Assim, os artigos que compõem este livro envolvem um mosaico de teorias e modos de fazer modelagem matemática desde a educação infantil até a educação básica.

Decoram este mosaico de artigos o capítulo de Emerson Silva de Sousa e Ednilson Sergio Ramalho de Souza intitulado APLICAÇÃO DE MODELOS: ESTRATÉGIA DE ENSINO OU INCENTIVO À PRÁTICA DA MODELAGEM MATEMÁTICA EM SALA DE AULA? que apresenta uma discussão teórica sobre aplicação de modelos matemáticos como estratégia para ensinar matemática na educação básica.

O segundo capítulo trás o artigo de Claudenilda Mota Carvalho e Beatriz Santos Oliveira intitulado EDUCAÇÃO INFANTIL E MODELAGEM MATEMÁTICA: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES analisa a partir de uma revisão de literatura como as práticas de modelagem matemática na educação infantil podem contribuir para a educação matemática de crianças de 0 a 5 anos.

Visando a apresentar um relato de experiência sobre o estudo da tabuada por meio de atividades dinâmicas de jogos com modelagem matemática, Gleice Daniely Vera Cruz de Ataíde e Ednilson Sergio Ramalho de Souza trazem o terceiro capítulo intitulado JOGOS DE MODELAGEM MATEMÁTICA E O ESTUDO DA

TABUADA PARA MELHORAR O DOMÍNIO DOS CÁLCULOS NAS AULAS DE MATEMÁTICA E FÍSICA.

No quarto capítulo, o artigo intitulado CICLOS DE MODELAGEM COM PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA, de autoria de Emanuella Rebelo Camargo e Manoel Bruno Campelo da Silva, cujo foco foi analisar materiais produzidos em uma oficina de modelagem para perceber o potencial dos ciclos de modelagem na tentativa de promover o letramento científico com professores em exercício e professores em formação inicial da educação básica.

No quinto capítulo, o artigo de Gisele Santos de Jesus e Aurinívia Lopes Souto Maior sob o título MODELAGEM MATEMÁTICA E A EDUCAÇÃO PARA SURDOS tem o desafio de revelar, a partir de uma revisão bibliográfica de trabalhos sobre a temática, em que sentido a modelagem matemática pode desenvolver o aprendizado dos alunos surdos.

Ádria Pantoja Soares da Silva e José Ricardo e Souza Mafra no sexto capítulo intitulado MODELAGEM MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO INFANTIL: DISCUSSÕES TEÓRICAS INICIAIS realizam uma discussão teórica sobre a importância da modelagem matemática no contexto da educação infantil.

No sétimo capítulo, artigo sob o título MODELAGEM MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS, cujos autores foram Manoel Bruno Campelo da Silva e Francisco Robson Alves da Silva, realiza-se uma revisão de literatura para abordar sobre concepções acerca das tecnologias educacionais como potencializadoras do processo de modelagem matemática.

Sob o título UMA EXPERIÊNCIA COM MODELAGEM MATEMÁTICA, LETRAMENTO CIENTÍFICO E BNCC, Julienne Samara Viana dos Anjos e Kleison Silveira Paiva apresentam no oitavo capítulo um relato de ações ocorridas em um minicurso sobre modelagem matemática e relações com competências ao letramento científico conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

No nono capítulo, sob o título CICLO DE MODELAGEM NA COMPREENSÃO CONCEITUAL DA PONTE AUTOSUSTENTAVEL DE DA VINCI, Jorge Carlos Silva e Ednilson Sergio Ramalho de Souza, apresentam um relato de experiência para analisar a importância de um ciclo de modelagem na promoção da compreensão conceitual por meio do experimento da ponte de Da Vinci.

No décimo e último capítulo, Boaventura Neto Souza da Cruz e Rodolfo Maduro Almeida no artigo intitulado MODELAGEM MATEMÁTICA E O MANEJO NA PRODUÇÃO DE AÇAÍ: UMA APROXIMAÇÃO POTENCIALIZADORA NO ENSINO DE MATEMÁTICA EM UMA COMUNIDADE RIBEIRINHA DA AMAZÔNIA apresentam um relato de experiência para discutir sobre o tema do manejo do açaí no ensino de matemática no ambiente escolar em uma comunidade ribeirinha da região amazônica.

Desse modo, a filosofia do Gepemm é promover o diálogo entre as diversas correntes de pensamento sobre modelagem matemática na educação, pois acredita-se que nenhuma teoria é total a ponto de dar conta de todos os aspectos que envolvem a complexa relação do ensinar e do aprender. No entanto, tal diálogo não significa buscar sempre homogeneizar, mas aceitar criticamente a natureza polifônica das múltiplas vozes que enriquecem a heterogeneidade do ato de modelar.

Ressalta-se, portanto, que este livro pode ser relevante ao apresentar olhares diversos sobre teorias e práticas de modelagem matemática que poderão inspirar professores na arte de ensinar ciências e matemática na Amazônia.

1

Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

Emerson Silva de Sousa¹

Ednilson Sergio Ramalho de Souza²

¹ Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Professor da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA. E-mail: essousa73@gmail.com.

² Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Mato Grosso/Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (UFMT/REAMEC). Professor da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). E-mail: ednilson.souza@ufopa.edu.br.

1.1 Modelos matemáticos por toda parte...

Modelos matemáticos estão presentes nas mais diversas áreas do conhecimento. Como exemplo disso, podem ser destacadas as Engenharias, a Arquitetura, as Ciências da Natureza, a Matemática, a Indústria, a Economia e até mesmo a Moda, as Artes e a Literatura. Além do papel central de representar, os modelos matemáticos possibilitam a interpretação de fenômenos e a resolução de situações-problema advindas dessas áreas. É o que afirma Biembengut (2016) ao expressar:

O modelo matemático de algum fenômeno das Ciências reflete propriedades intrínsecas deste fenômeno e permite prever novas propriedades, organizar teorias mais gerais [...]. E também nos permite compreender o fenômeno que o gerou, fazer uso para solucionar uma situação-problema; encadeia muitas revelações significativas. (p. 83).

Contudo, não há uma definição única para modelo matemático. Segundo Carreira (1998), vários autores descrevem-no de diferentes modos, mas, essencialmente trazem uma base comum: um modelo matemático é uma representação matemática de uma dada situação do mundo real. Bassanezi (2002, p. 20), por exemplo, afirma simplesmente que “Modelo Matemático é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado. [...] a importância do modelo matemático consiste em se ter uma linguagem concisa que expressa nossas ideias de maneira clara e sem ambiguidades [...]”.

Essencialmente, Burak (1992) adota essa mesma concepção e aponta que os modelos matemáticos têm como objetivo explicar matematicamente situações do cotidiano das pessoas, ajudando-as a fazer previsões e tomar decisões. Seu entendimento é que modelo matemático tem uma representação em linguagem matemática, geralmente sob a forma de uma equação, inequação, sistema de equações, podendo, inclusive, ser a planta baixa de uma casa ou um mapa, uma tabela etc.

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

Barbosa (2007, p. 161), sendo um pouco mais abrangente, propõe que modelo matemático é “[...] qualquer representação matemática da situação em estudo”. Sinaliza que um modelo matemático não precisa ser composto exclusivamente por equações ou inequações que representem relações entre variáveis. Sua defesa é que os modelos matemáticos devem ser concebidos em uma perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática (SKOVSMOSE, 2000), isto é, discutir o papel e a natureza dos modelos matemáticos na sociedade. Segundo o autor, os modelos matemáticos têm uma “função social” quando destaca que eles precisam desenvolver um papel na sociedade como balizadores de decisões. É “[...] necessário ultrapassar as dimensões técnicas da Modelagem e realizar uma análise crítica do papel dos modelos matemáticos na vida social [pois] a matemática e os modelos matemáticos integram, interferem, controlam e/ou prescrevem a vida social.” (BARBOSA, 2001, p. 19).

Biembengut (2014, p. 21) corrobora com essa ideia de Barbosa ao afirmar que “O valor do modelo vai além dos motivos de quem o modelou, mas essencialmente dos motivos daqueles que dele se servirão. Nenhum modelo ou forma de representar é casual ou rudimentar. É, antes, a expressão das percepções da realidade, do desejo, da aplicação [...]”. Nessa perspectiva, a autora entende que um modelo matemático pode ter sua representação de modo simbólico ou físico. Significa que, para ela, assim como para Burak (1992), uma expressão ou lei matemática, um desenho ou imagem, um projeto ou esquema, gráfico ou mapa, dentre outras formas, podem ser meios de representar um modelo matemático.

Percebe-se, com isso, que o uso prático de modelos matemáticos nas diversas áreas do conhecimento, na sociedade e em situações do cotidiano está presente, mesmo que não se reflita muito sobre isso. Há um apontamento dessa aplicabilidade em vários contextos, em particular, no contexto educacional, que é o ambiente principal que se pretende enfatizar nesse artigo. A ideia é, portanto, apresentar uma discussão sobre Aplicação de Modelos (matemáticos) como estratégia para ensinar Matemática, principalmente na Educação Básica, cuja investigação e

resultado advém de um recorte da pesquisa de doutorado do primeiro autor (SOUSA, 2019).

1.2 Contexto geral das aplicações

No decorrer da História, o desenvolvimento do conhecimento humano quase sempre passou pela necessidade de encontrar respostas e resolver algum problema prático. Na Matemática esse desenvolvimento é nitidamente percebido. Inspirada, às vezes nos fenômenos da natureza, a Matemática se apresenta como uma “[...] criação humana a partir da contemplação da natureza e da tentativa de compreendê-la, imitá-la e modificá-la, [que] permite-nos produzir outras tantas coisas, formar ou combinar outros sons, outras imagens e até outras naturezas.” (BIEMBENGUT, 2016, p. 89).

A maior parte do ferramental matemático foi desenvolvido com esse propósito, isto é, aplicar os conhecimentos matemáticos na generalização e na resolução de problemas oriundos de situações práticas, auxiliando as pessoas na tomada de decisões adequadas. Esse aspecto aplicativo da Matemática tem se delineado, ao longo dos tempos, como fator relevante tanto para o desenvolvimento das diversas áreas do conhecimento como da própria Matemática, como afirma D’Ambrosio, citado em Bassanezi (1999, p. 11):

Este caráter surpreendente de aplicabilidade da Matemática tem sido uma constante do seu desenvolvimento. Uma das razões parece ser que o desenvolvimento da Matemática não se processa de uma maneira isolada, mas recebe influências frequentes das próprias mudanças que ela ajudou a realizar.

Bassanezi (1999) destaca que esse aspecto aplicativo da Matemática em áreas como Economia, Química, Biologia, entre outras, é percebido fortemente, em um modo de aplicar que chama de “perspectiva da utilização de modelos”. Esse “uso” da

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

Matemática, segundo o autor, já é percebido também em outras áreas que aparentemente não teriam muita relação com a Matemática. É o caso da Sociologia, a Psicologia, a Medicina, a Linguística, a Música, e outras. Ao se referir a essa aplicabilidade da Matemática, seu uso prático nas situações-problema, Bassanezi (2002, p. 18) enfatiza:

O objetivo fundamental do “uso” da matemática é de fato extrair a parte essencial da situação-problema e formalizá-la em um contexto abstrato onde o pensamento possa ser absorvido com uma extraordinária economia de linguagem. Desta forma, a matemática pode ser vista como um instrumento intelectual capaz de sintetizar ideias concebidas em situações empíricas que estão quase sempre camufladas num emaranhado de variáveis de menor importância.

Esse “uso” ou aplicabilidade da Matemática se harmoniza bem à concepção de Matemática Aplicada (BASSANEZI, 2002). Segundo o autor, a Matemática Aplicada “pode ser considerada como a arte de aplicar matemática a situações problemáticas [...], e consiste, essencialmente, na atitude de pensar e fazer matemática.” (p. 32). Em outras palavras, a Matemática Aplicada “[...] é essencialmente interdisciplinar e sua atividade consiste em tornar aplicável alguma estrutura matemática fora do seu campo estrito.” (p. 175). Portanto, a fim de expressar um termo que represente o conjunto geral das aplicações matemáticas e da Matemática, as atitudes ou estratégias metodológicas que facilite essa aplicabilidade em contextos variados, poderá ser indicado simplesmente por Aplicações.

Niss, Blum e Galbraith (2007), dentro desse contexto geral das Aplicações, afirmam que toda vez que se utiliza algum conteúdo matemático com a finalidade de compreender ou lidar com algum domínio do mundo externo à Matemática, ocorre aí uma aplicação. Segundo os autores, a aplicação é um instrumento útil para entender melhor situações que se encontram no âmbito externo à Matemática, possibilitando “[...] investigar questões, para explicar fenômenos, para resolver problemas, para preparar o caminho para as decisões etc.” (p. 3). Esse “[...] mundo externo à Matemática pode ser outro conteúdo ou disciplina, uma área de prática, uma esfera da vida privada ou social etc.” (p. 3).

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

De acordo com os autores, duas abordagens distintas podem ser identificadas no contexto geral das Aplicações. Para eles:

Ao usar matemática para resolver problemas do mundo real, no sentido amplo aqui adotada, é muitas vezes chamado de aplicação matemática, e um problema do mundo real que tem sido abordado por meio da matemática é chamado de uma aplicação da matemática. Às vezes, porém, as noções de “aplicação” [nos dois sentidos] são usados para qualquer tipo de ligação entre o mundo real e matemática.³ (NISS; BLUM; GALBRAITH, 2007, p. 10, tradução nossa).

Segundo os autores, a primeira concepção, “aplicação matemática” para resolver problemas do mundo real, indica uma abordagem que valoriza a direção “Realidade → Matemática”, isto é, os próprios fenômenos e os processos a serem desenvolvidos para a resolução dos problemas são a motivação principal. Já a segunda concepção, resolver os problemas do mundo real por meio de “aplicação da Matemática”, sinaliza a direção oposta, isto é, “Matemática → Realidade”, de modo que a ênfase agora recai sobre a própria Matemática e os objetos matemáticos envolvidos, como os modelos por exemplo, que devem dar o direcionamento para o estudo dos fenômenos encontrados na natureza e de outras áreas do conhecimento. Conforme os autores, dentro do contexto geral das Aplicações, a primeira abordagem, “aplicação matemática”, pode ser identificada com a Modelagem, enquanto que a segunda, isto é, “aplicação da Matemática”, pode ser chamada simplesmente de aplicação. Eles sintetizam a ideia, afirmando:

[...] com a **modelagem** estamos de pé fora da matemática perguntando: “Onde posso encontrar um pouco de matemática para me ajudar com este problema?”. [...] com **aplicação** estamos parados dentro matemática olhando para fora: “Onde eu posso usar esta parte particular do conhecimento matemático?”.⁴ (NISS; BLUM; GALBRAITH, 2007, p. 11, grifo nosso).

³ “Using mathematics to solve real world problems, in the broad sense adopted here, is often called applying mathematics, and a real-world problem which has been addressed by means of mathematics is called an application of mathematics. Sometimes, though, the notions of “applying” or “application” are used for any kind of linking of the real world and mathematics.” (NISS; BLUM; GALBRAITH, 2007, p. 10).

⁴ “[...] with modelling we are standing outside mathematics looking in: “Where can I find some mathematics to help me with this problem?” [...] with applications, we are standing inside

Essa concepção também é encontrada em Bassanezi (1999, 2015). Segundo o autor, a atividade de aplicar “[...] é tão antiga quanto a própria Matemática. Muitas ideias matemáticas surgiram a partir de problemas práticos, assim como a Matemática já desenvolvida passou a ser usada em situações novas e diversas.” (BASSANEZI, 2015, p. 10).

Mais especificamente, Bassanezi (1999) destaca as duas alternativas de abordagens das Aplicações, expressando que a primeira consiste em “[...] adaptar conceitos, configurações ou estruturas matemáticas aos fenômenos da realidade” (p. 11), cuja finalidade é tratar dos modelos matemáticos que emergem dessa realidade da melhor forma possível. A outra, partindo de situações da realidade que sirvam “[...] como fonte para a obtenção de novos conceitos e estruturas matemáticas - com efeito, neste sentido, os paradigmas da construção científica, já estabelecidos, dão lugar a novos paradigmas e a Matemática evolui como um retrato do universo.” (p. 12), mostrando de certa forma, o potencial da existência e aplicabilidade da Matemática.

Nota-se que o autor está se referindo na primeira abordagem, à ideia de aplicação (de modelos), quando o ponto de partida é a Matemática e suas “ferramentas” para resolver problemas da realidade, enquanto na segunda, a referência é a Modelagem, que percorre o caminho inverso.

Soares (2012), na tentativa de caracterizar o uso de modelos matemáticos dentro do contexto geral da Aplicações, em que a abordagem estivesse voltada para o modo de trabalhar modelos matemáticos em sala de aula, faz uma pesquisa na literatura e identifica dois direcionamentos. O primeiro indica um papel basicamente ilustrativo dos modelos, e afirma:

mathematics looking out: "Where can I use this particular piece of mathematical knowledge?" (NISS; BLUM; GALBRAITH, 2007, p. 11).

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

[...] um trabalho com aplicações parece se restringir à **ilustração** do uso de um conteúdo matemático. [...] o principal objetivo atrelado ao trabalho com aplicações é a **ilustração** de como utilizar determinado conteúdo. Neste caso, o conteúdo matemático é ensinado previamente e posteriormente utilizado pelos estudantes para resolver problemas vinculados ao mundo exterior à Matemática” (SOARES, 2012, p. 111, grifo nosso).

Por outro lado, o segundo direcionamento identificado por Soares (2012), aponta para um papel mais reflexivo dos modelos. Segundo a autora, essa perspectiva indica que o professor propõe um exame crítico de modelos matemáticos prontos de alguma situação real. Esses modelos podem ser apresentados na forma de tabelas de informações, com acesso às hipóteses e cálculos completos referentes aos modelos propostos, e têm como finalidade “[...] compreender sua elaboração, seus cálculos e determinar suas limitações.” (p. 112).

Pensando no âmbito educacional, é possível inferir que os modelos matemáticos, assim como outros conceitos e conteúdos matemáticos já desenvolvidos, são ou podem ser relacionados à realidade dos estudantes. Para tanto, a fim de tentar estabelecer essa relação e percebê-la dentro do ambiente das Aplicações, será identificado como uma estratégia pedagógica para esse fim, o termo “Aplicação de Modelos”, o qual será discutido e terá enfoque destacado na próxima seção.

1.3 Aplicação de modelos: uma perspectiva

Os diversos fenômenos naturais e sociais apresentam problemas e situações-problema que podem ser traduzidos por meio de modelos matemáticos, e nesse sentido busca-se compreender a melhor forma de aplicá-los com fins educacionais. Devido a relação da Matemática com outras Ciências, quando o assunto se refere às Aplicações, o ensino e a aprendizagem ganham significativo sentido como parte relevante do currículo, especialmente na Educação Básica. Além do mais, essa relação oportuniza aos estudantes perceberem a importância do conteúdo

desenvolvido em sala de aula de modo que a contextualização se torna uma importante ferramenta nesses processos a fim de resolver problemas reais.

Diante dessas considerações, e levando em conta as concepções acerca de modelo matemático e aplicação vistas anteriormente, será discutido nessa seção o termo Aplicação de Modelos (ApM) como uma estratégia pedagógica que pode ser utilizada em sala de aula com vistas a aprendizagem de Matemática. Assim, ao lado da Modelagem Matemática, a ApM está inserida no contexto geral das Aplicações e se configura como um caso particular de aplicação (NISS; BLUM; GALBRAITH, 2007).

Nesse sentido, a estratégia ApM segue o mesmo direcionamento “Matemática → Realidade”, que na prática indica o uso específico dos modelos matemáticos presentes nos vários contextos para lidar e/ou resolver os problemas da realidade.

Assim, ao analisarem as ideias e as explicações de Niss et al. (2007), Soares (2012), Soares e Javaroni (2013) identificam aí, basicamente o papel ilustrativo dos modelos. Percebem, nesse caso, que a ênfase não é a reflexão sobre qual Matemática utilizar para resolver determinado problema, e sim em quais situações é possível utilizar determinado conceito matemático, como os modelos matemáticos, por exemplo. Entendem que:

[...] um trabalho com aplicação [de modelos] iniciaria com a definição de um conteúdo matemático para depois seguir com a apreciação de uma situação ou problema para o qual aquele conteúdo seria utilizado. [...] um modelo é apresentado como um exemplo para um conteúdo já trabalhado. [...] um modelo apresentado para ilustrar a utilidade de um determinado conteúdo pode despertar a curiosidade dos alunos sobre determinada situação [...]. (SOARES; JAVARONI, 2013, p. 211-212).

Para que haja esse despertar da curiosidade dos estudantes, é necessário, porém, que o professor esteja atento na escolha dos modelos a serem trabalhados em sala de aula, objetivando sempre a manutenção do vínculo com a realidade deles (BASSANEZI, 2002). Se a ênfase da ApM, no entanto, for simplesmente ilustrar ou exemplificar, esse objetivo estará em risco, e tal abordagem não passaria de uma

exposição tradicional do conteúdo. Essas estruturas tradicionais, que segundo o autor seguem o mesmo esquema utilizado no ensino de um teorema, isto é, “**enunciado** → **demonstração** → **aplicação**”, “[...] acabaram conduzindo seu ensino [da Matemática] nas escolas de maneira desvinculadas da realidade, e mesmo do processo histórico de construção da matemática.” (p. 36).

Por outro lado, baseado em Soares (2012), Soares e Javaroni (2013), infere-se que a abordagem dos modelos matemáticos na perspectiva da ApM pode ocorrer quando o professor, no seu planejamento, partindo de um conteúdo matemático previamente determinado, busca em seguida por algum fenômeno ou situação-problema que possa ser representada por modelos que os estudantes possam lidar e que envolva o conteúdo abordado. Um cuidado que se deve ter nessa abordagem é que a escolha do fenômeno ou da situação-problema seja estreitamente relacionada com um tema de interesse dos estudantes, seja ele focado em situações do cotidiano ou até mesmo em situações relacionadas ao trabalho deles em seu futuro profissional.

Em síntese, pode-se dizer que ApM se trata de uma estratégia de ensino do conteúdo curricular que parte de dentro da própria Matemática e visa lidar e resolver problemas e situações-problema por meio do uso de modelos matemáticos prontos associados de alguma forma à realidade e interesse dos estudantes. Tem como principal objetivo ilustrar e exemplificar os conteúdos matemáticos já estudados, mas também pode servir de “pontapé inicial” para a prática da Modelagem Matemática em sala de aula, como aponta um grupo de professores de Matemática da Educação Básica, participantes da pesquisa.

1.4 Aplicação de modelos: perspectiva de um grupo de professores

O grupo participante da pesquisa foi composto por 58 professores de Matemática da Educação Básica⁵. Foi aplicado um questionário com seis perguntas, dentre as quais foi escolhida uma para compor os relatos dessa seção: “Considerando que Modelagem Matemática, Análise de Modelos e Aplicação de Modelos são alternativas metodológicas para ensinar Matemática na Educação Básica, como você caracteriza cada uma delas?”. Para delimitar o tema, enfatiza-se nessa investigação apenas do termo “Aplicação de Modelos”, cuja intenção restringe-se responder à pergunta: Como um grupo de professores de Matemática concebe ou caracteriza o termo “Aplicação de Modelos”?

O procedimento adotado para análise das respostas foi a Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011), metodologia essa que busca analisar dados qualitativos seguindo as etapas: reconhecimento da base de dados; desmontagem dos textos, denominado de “unitarização”; “categorização”, que pode emergir tanto do processo de análise ou definidas a priori; e por fim, a “captação do novo emergente”. Na última etapa ocorre a expressão daquilo que foi compreendido a partir da etapa de categorização, por meio da construção de um metatexto no qual o pesquisador se assume autor dos próprios argumentos.

A partir desse direcionamento, realizou-se, a leitura dos relatos, “quebrou-se” os textos em fragmentos que expressam uma ideia coesa, procedendo em seguida à organização dessas ideias, identificou-se os temas centrais ou unidades de

⁵ São os 58 professores participantes da pesquisa, que serão identificados nesse texto por P1, P2, ..., P58.

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

significados presentes, e as categorias emergentes que, de certo modo, respondem à pergunta relativa ao termo “Aplicação de Modelos”.

O relato dos professores sinalizou, conforme a ATD desenvolvida, as seguintes categorias emergentes que caracterizam o termo “Aplicação de Modelos”: 1) Abordagem que se utiliza da linguagem matemática para aplicar e aprofundar os conceitos e conteúdos estudados; 2) Abordagem que pode ser aplicada em diversas situações e áreas do conhecimento; 3) Etapa do processo de Modelagem Matemática; 4) Abordagem que se utiliza de modelos matemáticos prontos; 5) Estratégia que facilita os processos de ensino e aprendizagem; 6) Abordagem que possibilita a resolução de problemas oriundos de situações da realidade ou do cotidiano dos estudantes.

A fim de sintetizar o processo de ATD realizado que levou a essas categorias (Ci) emergentes, serão apresentados a seguir, quadros referentes a cada categoria que resumem o processo, e destacam nas três colunas, respectivamente: Exemplos de fragmentos dos relatos; Unidades de significados emergentes a partir da unitarização; Número de ocorrências de cada uma dessas unidades.

Exemplos de fragmentos	Unid. de significados	Nº Oc.
<i>“No livro didático existe aplicação de modelos matemáticos.” (P1).</i>	Encontrado no livro didático	2
<i>“[...] pautando na discussão de conceitos matemáticos.” (P48).</i>	Discutindo os conceitos matemáticos	2
<i>“[...] para aprofundar o conhecimento matemático [...]” (P36).</i>	Aprofundando o conhecimento matemático	2
<i>“Transforma esses problemas numa ‘equação’ ou ‘fórmula matemática’”. (P20). “Utilização das propriedades matemáticas, deixando o específico e aplicando no geral.” (P15). “É execução [de] fórmulas matemáticas, passando do concreto para o abstrato.” (P23).</i>	Fazendo uso da linguagem matemática para generalizar e representar uma situação-problema	6

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

<p><i>"[...] a aplicação de modelos consiste na interpretação de um problema [...]" (P2).</i> <i>"As diversas situações problema farão com que a capacidade de interpretação (dos estudantes) melhore [...]" (P47).</i> <i>"É utilizar modelos para simplificar a situação real." (P58).</i></p>	<p>Interpretando e simplificando os problemas da realidade</p>	<p>7</p>
<p><i>"Seria colocar em prática conceitos e conteúdos matemáticos." (P4).</i> <i>"A aplicação de modelos deve estar voltada para situações cotidianas de nossos alunos para dar significado ao que está sendo ensinado. Assim a aplicação do modelo matemático serve para contextualizar o conteúdo da disciplina." (P28).</i> <i>"[...] trazer para dentro de sala a realidade do aluno, uma vez que a matemática só fará sentido para os educandos quando ela se tornar significativa e prazerosa." (P47).</i></p>	<p>Aplicando os conceitos e conteúdos matemáticos na prática, contextualizando-os e dando significado aos mesmos</p>	<p>12</p>

Quadro 1: C1 - Abordagem que se utiliza da linguagem matemática para aplicar e aprofundar os conceitos e conteúdos estudados (Fonte: Elaborado pelos autores, 2020).

Com um total de 31 ocorrências, nessa categoria, percebe-se que o uso da linguagem matemática para generalizar, representar, interpretar e simplificar as situações-problema (13 ocorrências) e a aplicação prática dos conceitos e conteúdos matemáticos para contextualizá-los e dar significado aos mesmos (12 ocorrências), são as unidades significativas que têm a maior frequência do número de ocorrências. Por outro lado, apenas dois professores apresentam o livro didático dentro dessa categoria como uma fonte de exemplos de ApM, mas que pode, talvez, potencializar o desenvolvimento de competências dos estudantes.

A interpretação, de acordo com os professores, perpassa pela simplificação da situação-problema, apontando o uso da linguagem matemática para traduzir os fenômenos reais. Isso indica que a ApM, nessa perspectiva, além de ser apontada como uma abordagem que discute (2 ocorrências), aprofunda (2 ocorrências) e mostra na prática o conteúdo curricular estudado em sala de aula de modo contextualizado e significativo, enfatiza a importância do ensino e uso adequados da linguagem matemática nas suas variadas formas representativas, que traduzem e permitem aos

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

estudantes compreenderem com mais clareza as situações-problema advindas de sua própria realidade, de seu cotidiano.

Com isso, os estudantes podem perceber que essa linguagem está presente em diversas situações e áreas de conhecimento, como destacado na próxima categoria.

Exemplos de fragmentos	Unid. de significados	Nº Oc.
<i>"Favorece processos interdisciplinares [...]" (P21).</i>	Interdisciplinaridade	2
<i>"[Os modelos] podem ser aplicados às mais diversas situações problema [...]" (P4). "[...] restringe-se à aplicação do modelo nas diferentes situações possíveis." (P6).</i>	Aplicando em diversas situações-problema	3
<i>"Quanto a aplicação de modelos, as áreas são diversas. Difícil é descrever algo que não dependa de um modelo." (P9). "[...] envolve a aplicação de conceitos matemáticos em problemas envolvendo as mais diferentes áreas [...]" (P43). "[...] relaciona a matemática a outras áreas do conhecimento e ilustra o "para que serve isso" tão comentado pelos estudantes [...]" (P10).</i>	Aplicando em diversas áreas de conhecimento	9

Quadro 2: C2 - Abordagem que pode ser aplicada em diversas situações e áreas de conhecimento e promove a Interdisciplinaridade (Fonte: dados coletados pelos autores, 2020).

Essa categoria sinaliza a ApM como estratégia potencializadora de interdisciplinaridade. Prevista nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a interdisciplinaridade é "[...] entendida aqui como abordagem teórico-metodológica em que a ênfase incide sobre o trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento, um real trabalho de cooperação e troca, aberto ao diálogo e ao planejamento." (BRASIL, 2013, p. 28). Os próprios PCNEM já destacavam que a ideia da interdisciplinaridade era "[...] utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista." (BRASIL, 2000, p. 21).

Essa relação da Matemática com as situações do cotidiano dos estudantes e com outras áreas do conhecimento, apontada pelos professores, se configura como fator essencial para estabelecer a interdisciplinaridade no contexto escolar, e a ApM, dentro dessa perspectiva, pode ser percebida em praticamente todos os relatos

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

apresentados. É o que expressa explicitamente o professor P33 ao afirmar que a ApM promove “Interdisciplinaridade, pois vê o mundo real sendo interpretado em modelos matemáticos.”.

A próxima categoria relaciona a ApM com a MM.

Exemplos de fragmentos	Unid. de significados	Nº Oc.
<p>“[...] é encontrar os limites de onde suas soluções são válidas para o fenômeno físico.” (P46).</p> <p>“[...] consista na verificação da veracidade dos modelos matemáticos em comparação com o real.” (P34).</p>	Validação	8
<p>“[...] é a última fase (do processo de modelagem) e a mais importante, pois a partir da aplicação do modelo podem ser feitas projeções ou inferências sobre o objeto de estudo.” (P18).</p> <p>“A aplicação é o resultado (fase) final [...]” (P51).</p> <p>“[...] a aplicação deste modelo é feita para prever eventos futuros.” (P49).</p> <p>“[...] a fase da aplicação [...] busca apresentar soluções, fazer inferências, tomada de decisões, etc.” (P43).</p>	Aplicação	16

Quadro 3: C3 - Etapa do processo de Modelagem Matemática (Fonte: dados coletados pelos autores, 2020).

Sendo essa uma das categorias com maior número de ocorrências (24), é perceptível com certa facilidade a relação que se estabelece entre a ApM e a MM. Na maioria dos relatos essa relação não está indicada explicitamente. No entanto, pelo contexto analisado, é possível inferir que em geral os participantes sinalizam para essa caracterização.

Em um processo de MM de uma situação-problema, etapas ou fases são desenvolvidas para se completar um ciclo do processo e atender aos objetivos propostos no início do estudo. Essas etapas são estabelecidas conforme a concepção de Modelagem adotada. Para evidenciar a presente categoria, a MM considerada aqui é a concepção de Bassanezi (1999, 2002), que vem da Matemática Aplicada, “[...] considerada como a arte de aplicar matemática a situações problemáticas, usando como processo comum a modelagem matemática.” (BASSANEZI, 2002, p. 32). Para

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

esse autor as etapas do processo de Modelagem são: 1ª - Experimentação; 2ª - Abstração; 3ª - Resolução; 4ª - Validação; 5ª - Modificação; 6ª - Aplicação.

Nota-se que as etapas do processo de Modelagem sinalizadas pelos professores na caracterização da ApM poderiam ser a 5ª e 6ª etapas, isto é, a Validação (8 ocorrências) e a Aplicação (16 ocorrências). Nessa perspectiva, portanto, infere-se que a ApM não se configura como uma abordagem isolada no ensino de Matemática em sala de aula, mas é percebida como etapa ou fase de um processo maior, de um ciclo de MM.

Pensando na etapa da Aplicação, de modo geral, segundo o professor P31, a ApM pode levar o estudante a modificar e fazer melhorias no próprio contexto social em que vive. É o que indica também o professor P18 ao afirmar: “[...] a partir da aplicação do modelo, podem ser feitas projeções ou inferências sobre o objeto de estudo”, pois a ApM “Permite, a partir do modelo, realização de previsões e extrapolações que dificilmente seriam possíveis na situação real” (P19).

A próxima categoria é a que têm menor número de ocorrências (11), não significando com isso que tem menor valor na caracterização da ApM. Pelo contrário, considerando a ApM como uma abordagem prática em sala de aula, talvez seja essa uma das características peculiares que podem defini-la como alternativa metodológica para ensinar Matemática na Educação Básica.

Exemplos de fragmentos	Unid. de significados	Nº Oc.
“É a aplicação de um modelo já construído [...]” (P2).	Fazendo uso de modelos já construídos ou elaborados	4
“[...] utilizando algum modelo já existente ou elaborado [...]” (P5). “A aplicação de modelos [...] me parece que parte do pressuposto que o modelo já tenha sido obtido, que já exista.” (P11).	Fazendo uso de modelos já existentes	5
“[ApM] são trabalhos em sala de aula para exemplificar uma situação da realidade.” (P8).	Fazendo uso de modelos prontos para exemplificar uma situação da realidade	2

Quadro 4: C4 - Abordagem que se utiliza de modelos matemáticos prontos (Fonte: Elaborado pelos autores, 2020).

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

Diferente da MM, que visa a construção/elaboração de um modelo matemático, a ApM, de acordo com essa caracterização, se utiliza de modelos matemáticos já construídos, prontos, tendo como finalidade o ensino do conteúdo curricular.

Percebe-se, mesmo de modo implícito, um aspecto apenas ilustrativo do conteúdo, como forma de simples exemplificação, sem refletir acerca do processo utilizado para chegar ao modelo. É o que expressa o professor P6 ao afirmar que a ApM “[...] toma um modelo pronto, mas restringe-se à aplicação do modelo nas diferentes situações possíveis. Não há uma reflexão sobre o processo de construção/elaboração do modelo.”. Essa ideia é sintetizada por P58 quando afirma: “[...] a aplicação de modelos vai apenas citar exemplos de várias aplicações da matemática.”.

Por outro lado, para ensinar e/ou aprofundar determinado conteúdo, utilizando a ApM, o professor precisa fazer uma seleção minuciosa de modelos matemáticos de várias áreas e situações que contenham esse conteúdo. Para isso, é importante que os modelos escolhidos pelo professor para serem abordados em sala de aula estejam em harmonia com os interesses dos estudantes. Isso vem ao encontro da proposta de Biembengut (2016) quanto ao início de uma atividade de Modelação. A autora sugere a utilização de modelos matemáticos conhecidos já nessa fase preliminar, visando explicitar o conteúdo matemático dentro das várias situações e áreas do conhecimento. Com isso, os estudantes têm oportunidade de “manusear” conteúdos curriculares em contextos de seu interesse, de sua própria realidade.

Assim, dentro dessa perspectiva, é possível inferir que a ApM pode ser percebida como uma abordagem que faz uso de modelos matemáticos prontos para ensinar os conteúdos matemáticos, mas que, além disso, se apresenta como uma atividade introdutória ou preliminar à Modelação.

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

Exemplos de fragmentos	Unid. de significados	Nº Oc.
<i>“É uma alternativa metodológica para aprofundar o conhecimento matemático.” (P36).</i>	Alternativa metodológica para aprofundar o conhecimento matemático	1
<i>“É importante para fazer o aluno pensar e criar [...]” (P31). “[...] faz com que o aluno possa explorar sua criatividade e lógica.” (P7).</i>	Desenvolvendo nos estudantes a criatividade e o pensamento lógico	3
<i>“É uma prática metodológica [...]” (P3). “É a execução do modelo matemático que se propôs para aquele ensino em sala de aula.” (P41). “[...] uma alternativa que favorece o aprendizado do aluno [...]” (P7). “[...] pode ser utilizada nos processos de ensino e aprendizagem de matemática [...]” (P48).</i>	Alternativa metodológica para o ensino e aprendizagem de Matemática	9

Quadro 5: C5 - Estratégia que facilita os processos de ensino e aprendizagem (Fonte: Elaborado pelos autores, 2020).

A ênfase dessa categoria é a inserção da ApM como estratégia metodológica alternativa nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática. Isso é perceptível, mesmo de modo implícito, em cada unidade de significado, pois aprofundar o conhecimento matemático, desenvolver a criatividade e o pensamento lógico dos estudantes apontam nessa direção.

De acordo com os professores, a prática da ApM no contexto escolar pode constituir-se realmente como uma estratégia alternativa (P7; P36), como “[...] uma alternativa às aulas [...]” (P45). É o que expressa o professor P51 ao indicar que essa alternativa pode inclusive “[...] suprir uma carência no ensino da matemática atual.”.

Essa perspectiva vem ao encontro do que propõe a BNCC acerca de estratégias para o ensino dos conteúdos nos diferentes componentes curriculares, cuja finalidade é “[...] assegurar as aprendizagens essenciais definidas para cada etapa da Educação Básica, uma vez que tais aprendizagens só se materializam mediante o conjunto de decisões que caracterizam o currículo em ação.” (BRASIL, 2018, p.16). Algumas ações referentes a tais decisões valem ser destacadas, como:

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

[...] contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando **estratégias** para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas; [...] adotar **estratégias** mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem; selecionar e aplicar **metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas**, recorrendo a ritmos diferenciados e a conteúdos complementares [...]. (BRASIL, 2018, p.16-17, grifo nosso).

Em síntese, a caracterização dos professores acerca da ApM, nessa categoria, aponta algumas ações que são descritas nos documentos oficiais. Assim, a ApM se apresenta como uma estratégia alternativa com potencial para trabalhar com modelos matemáticos de modo mais dinâmico, facilitando a interatividade da Matemática com outras áreas do conhecimento, assim como os processos de ensino e aprendizagem da Matemática na prática escolar.

A seguir, apresenta-se a última categoria emergente (33 ocorrências) que destaca a resolução de problemas como foco principal da ApM.

Exemplos de fragmentos	Unid. de significados	Nº Oc.
<p><i>“É fazer o aluno interagir com a situação problema.” (P22).</i> <i>“[...] pode levar o aluno a perceber com maior clareza o valor da matemática no dia-a-dia.” (P51).</i></p>	Possibilitando a interação dos estudantes com situações-problema de seu cotidiano	4
<p><i>“[...] consiste na utilização de um modelo matemático em sala de aula para estudar certo fenômeno da realidade [...]” (P24).</i> <i>“[...] a fim de estudar, o que pode ser a realidade dos alunos [...]” (P44).</i></p>	Possibilitando o estudo de fenômenos da realidade dos estudantes	8
<p><i>“[...] possibilita o desenvolvimento de resoluções de problemas.” (P3).</i> <i>“Resolver os problemas propostos pelos modelos apresentados.” (P33).</i> <i>“[...] basicamente trata-se de resolver determinada situação problema.” (P5).</i> <i>“[...] diz respeito a utilização deles para resolver uma determinada situação.” (P11).</i></p>	Possibilitando a resolução de problemas e situações-problema	21

Quadro 6: C6 - Abordagem que possibilita a resolução de problemas oriundos de situações da realidade ou do cotidiano dos estudantes (Fonte: Elaborado pelos autores, 2020).

Nessa caracterização, a ênfase é dada à resolução de problemas reais, do cotidiano dos estudantes. Alguns professores, considerando a ApM dentro dessa perspectiva, destacam o interesse e a motivação dos estudantes no processo educativo. É o que expressa o professor P12 ao afirmar que a ApM “[...] pode aumentar a motivação do aluno em estudar [...]”, e o professor P43 ao enfatizar que a ApM “[...] é de suma importância para a motivação e interesse pela aprendizagem por parte dos alunos [...]”.

A História tem mostrado que o desenvolvimento do conhecimento humano quase sempre passou pela necessidade e curiosidade de se encontrar respostas a alguma situação ou **problema** real. Na Matemática, esse desenvolvimento é nitidamente percebido, pois “[...] foi criada e desenvolvida [a Matemática] em outros tempos em virtude dos problemas de então, de uma realidade, de percepções, necessidades e urgências [...]” (D`AMBROSIO, 2012, p. 29, grifo nosso).

Conforme D`Ambrosio (2012), o desenvolvimento do conhecimento matemático foi motivado, a princípio, pela busca de solução dos problemas oriundos de situações práticas (repartição de terras férteis, distribuição de recursos, técnicas de construção, etc.), das outras ciências emergentes (Física, Química, Astronomia, dentre outras), chegando aos problemas surgidos internamente à própria Matemática.

No campo educacional, principalmente no contexto escolar, o problema e o uso de situações-problema tem se configurado como objeto e meio de motivar os estudantes, e a RP tem sido apontada como um dos métodos de ensino mais utilizados e pesquisados em todo o mundo, visando a aprendizagem de Matemática (FIORENTINI; LORENZATO, 2012). É o que Dante (2011, p. 11) percebe e reafirma:

Os estudos e pesquisas em educação matemática apontam que é necessário enfatizar mais a compreensão, o envolvimento do aluno e a aprendizagem por descoberta. Ambos, compreensão e descoberta, exigem mais pensamento. E mais pensamento implica maior uso de atividades de resolução de problemas.

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

Segundo Dante (2011), Allevato e Onuchic (2014), a ênfase dada à RP como método de ensino de Matemática no âmbito escolar se firma, principalmente a partir de 1980, quando as principais teorias de aprendizagem vigentes⁶ eram voltadas aos processos de pensamento, à aprendizagem por descoberta. Nesse contexto, a formulação e a resolução de problemas é considerada por especialistas da área “[...] a principal razão para se aprender e ensinar Matemática, por que é por meio dela que se inicia o aluno no modo de pensar matemático e nas aplicações dessa disciplina no nível elementar.” (DANTE, 2011, p. 11). Segundo Allevato e Onuchic (2014), é nesse período que se passa “[...] a aceitar a ideia de que o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas merecia mais atenção.” (p. 36).

No contexto da Educação brasileira, a RP passa, então, a fazer parte do rol das atuais tendências da Educação Matemática, e traz em sua essência o objetivo de propor aos estudantes o desenvolvimento dos conceitos matemáticos em situações potencialmente significativas para eles. É nessa perspectiva que a Matemática pode se tornar um componente escolar que seja ao mesmo tempo prazeroso e desafiador, instigando a capacidade geral de raciocínio desses estudantes. É o que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN’s) de Matemática para o Ensino Fundamental já destacavam em 1998: por um lado, indicando a RP “[...] como ponto de partida da atividade matemática e discutem caminhos para ‘fazer matemática’ na sala de aula.” (BRASIL, 1998, p. 16), por outro, enfatizando que essa “[...] convicção de que o conhecimento matemático ganha significado quando os alunos têm situações desafiadoras para resolver e trabalham para desenvolver estratégias de resolução” (p. 40).

Adicionado a isso, as Orientações Curriculares para Ensino Médio igualmente enfatizam essa concepção da RP, agregando ao desenvolvimento do pensamento matemático um valor formativo, isto é:

⁶ Construtivismo, Psicologia Cognitiva e Teoria Sociocultural de Vygotsky.

[...] colocar os alunos em um processo de aprendizagem que valorize o raciocínio matemático – nos aspectos de formular questões, perguntar-se sobre a existência de solução, estabelecer hipóteses e tirar conclusões, apresentar exemplos e contra-exemplos, generalizar situações, abstrair regularidades, criar modelos, argumentar com fundamentação lógico-dedutiva. Também significa um processo de ensino que valorize tanto a apresentação de propriedades matemáticas acompanhadas de explicação quanto a de fórmulas acompanhadas de dedução, e que valorize o uso da Matemática para a **resolução de problemas** interessantes, quer sejam de aplicação ou de natureza simplesmente teórica. [...] a aprendizagem de um novo conceito matemático dar-se-ia pela apresentação de uma **situação-problema** ao aluno, ficando a formalização do conceito como a última etapa do processo de aprendizagem. Nesse caso, caberia ao aluno a construção do conhecimento matemático que permite **resolver o problema**, tendo o professor como um mediador e orientador do processo ensino-aprendizagem, responsável pela sistematização do novo conhecimento (BRASIL, 2006, p. 70 e 81, grifos nossos).

Nessa mesma direção, a atual BNCC (BRASIL, 2018) aponta competências gerais e habilidades que, à parte as críticas e controvérsias sobre esse documento, visam em um sentido geral a resolução de problemas reais do contexto dos estudantes, inclusive como meio para o letramento matemático, o qual visa desenvolver competências e habilidades “[...] de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas.” (p. 266).

1.5 Aplicação de modelos: uma síntese

Diante do exposto, pode-se sintetizar a ApM como uma estratégia de ensino do conteúdo curricular que parte de dentro da própria Matemática, visando lidar e resolver problemas e situações-problema por meio do uso de modelos matemáticos prontos associados, de algum modo, à realidade e ao interesse dos estudantes, cujo objetivo primordial é tentar ilustrar e exemplificar os conteúdos matemáticos, mas que

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

pode servir de incentivo à reflexão sobre esses conteúdos (BASSANEZI, 2002; NISS; BLUM; GALBRAITH, 2007; SOARES, 2012; SOARES; JAVARONI, 2013).

Essa concepção⁷ pode ser dividida em cinco partes, a fim de evidenciar com mais nitidez sua relação com a perspectiva (caracterização) dos professores participantes da pesquisa. São elas: 1^a) “Resolver problemas e situações-problema”; 2^a) “por meio do uso de modelos matemáticos prontos”; 3^a) “associados à realidade e ao interesse dos estudantes”; 4^a) “podendo ser utilizada para ilustrar e exemplificar os conteúdos matemáticos”; 5^a) “servir de incentivo à reflexão acerca deles.”. Assim, ao comparar a caracterização da ApM, tomada como “Concepção dos professores” (CP), com a “Concepção dos autores” (CA), percebe-se aproximações evidentes. O quadro a seguir (Quadro 7) evidencia essa relação:

Concepção dos autores (CA)	Concepção dos professores (CP)
“Resolver problemas e situações-problema”	C6 - Abordagem que possibilita a resolução de problemas oriundos de situações da realidade ou do cotidiano dos estudantes C3 - Etapa do processo de Modelagem Matemática
“por meio do uso de modelos matemáticos prontos”	C4 - Abordagem que se utiliza de modelos matemáticos prontos
“associados à realidade e ao interesse dos estudantes”	C1 - Abordagem que se utiliza da linguagem matemática para aplicar e aprofundar os conceitos e conteúdos estudados C2 - Abordagem que pode ser aplicada em diversas situações e áreas de conhecimento e promove a Interdisciplinaridade
“podendo ser utilizada para ilustrar e exemplificar os conteúdos matemáticos”	C1 - Abordagem que se utiliza da linguagem matemática para aplicar e aprofundar os conceitos e conteúdos estudados C4 - Abordagem que se utiliza de modelos matemáticos prontos
“servir de incentivo à reflexão acerca deles.”	C1 - Abordagem que se utiliza da linguagem matemática para aplicar e aprofundar os conceitos e conteúdos estudados C5 - Estratégia alternativa que pode facilitar os processos de ensino e aprendizagem da Matemática

Quadro 7: Relação entre a CA e a CP acerca da ApM (Fonte: Elaborado pelos autores, 2020).

⁷ Entendida como a “Concepção dos autores” e indicada por “CA” para simplificar a escrita.

A 1ª parte da CA, **Resolver problemas e situações-problema**, é percebido como um ponto central de convergência entre as duas concepções, embora na CA fique explícita a direção “Matemática → Realidade” no tratamento dos problemas, na CP (C6), esse direcionamento é variado, sendo, às vezes, sinalizado na direção “Matemática → Realidade” (P22; P28; P40; P44; P47; P49; P56; etc.) e outras vezes, na direção oposta “Realidade → Matemática” (P2; P7; P10; P14; P17; P29; P32; P48; P57; etc.). Mesmo de modo implícito, essa perspectiva da CA também se aproxima da categoria emergente C3, a qual aponta a ApM como parte ou advinda de um processo de Modelagem.

A 2ª parte da CA, **por meio do uso de modelos matemáticos prontos**, está diretamente relacionada à categoria emergente C4, que aponta a ApM como uma abordagem que faz uso de modelos matemáticos prontos para ensinar os conteúdos matemáticos, e pode ser utilizada como atividade introdutória ou preliminar à Modelação (BIEMBENGUT, 2014, 2016).

A 3ª parte da CA, **associados à realidade e interesse dos estudantes**, pode ser percebida tanto na categoria emergente C1, especialmente nas unidades “Interpretando e simplificando os problemas da realidade” e “Aplicando os conceitos e conteúdos matemáticos na prática, contextualizando-os e dando significado”, como na categoria C2, onde a ApM é caracterizada como abordagem que relaciona a Matemática com as situações do cotidiano dos estudantes e com outras áreas do conhecimento, configurando-se como fator essencial para estabelecer a interdisciplinaridade no contexto escolar. Além dessas, a categoria C6 tem proximidade com essa parte da CA, principalmente as unidades que apontam a ApM como possibilidade de estudo e interação dos estudantes com as situações-problema de seu cotidiano.

O papel de **ilustrar e exemplificar os conteúdos matemáticos**, 4ª parte da CA da ApM, pode ser percebido na categoria C4, dentro da unidade de significado “Fazendo uso de modelos prontos para exemplificar uma situação da realidade”. Além

disso, na categoria C1, as unidades de significados “Encontrado no livro didático” e “Aprofundando o conhecimento matemático” também sinalizam para essa perspectiva.

Por fim, a 5ª parte da CA, **proporcionar reflexão acerca dos conteúdos matemáticos**, pode ser percebida nas categorias C1 e C5. Na categoria C1, essa reflexão pode ser notada nas unidades que tratam da discussão, interpretação, contextualização e significação dos conceitos e conteúdos matemáticos. Já na categoria C5, a ideia de reflexão aparece na unidade que aponta a ApM como estratégia alternativa que possibilita o desenvolvimento da capacidade de criar e pensar logicamente dos estudantes.

1.6 Considerações finais

No contexto geral das Aplicações, voltada para o ensino de Matemática, identificam-se basicamente dois modos estratégicos para se trabalhar com modelos matemáticos em sala de aula (SOARES, 2012; SOARES; JAVARONI, 2013). Uma, é a utilização de modelos prontos para ilustrar ou exemplificar o conteúdo já abordado. A outra, é o uso de modelos prontos em uma perspectiva mais reflexiva, inclusive para trabalhar um novo conteúdo. A primeira estratégia se encaixa na estratégia de aplicação (de modelos), que parte de dentro da própria Matemática, utiliza suas “ferramentas”, os modelos prontos para lidar com as situações-problema, com a realidade. Já a segunda estratégia, a pesar de fazer uso de modelos prontos, pode transcender o simples papel ilustrativo deles, e ganha um peso mais reflexivo, se aproximando muito mais da Modelagem, pois esta, parte das situações-problema, da realidade dos estudantes, de fora da Matemática, e se utiliza dela para chegar aos modelos a fim de resolver os problemas (BASSANEZI, 2002; NISS; BLUM; GALBRAITH, 2007).

No presente artigo (capítulo), buscou-se formalizar uma perspectiva para a ApM como estratégia de ensino de Matemática na Educação Básica. O resultado da investigação aponta que a ApM, não só tem potencial como alternativa metodológica para esse ensino, mas pode incentivar o uso de outros métodos de ensino mais inovadores, como a Resolução de Problemas e a Modelagem.

Uma síntese, portanto, que se pode inferir acerca da ApM é que, além de poder caracterizar-se como uma estratégia de ensino que faz uso de modelos matemáticos prontos ou advindos de algum projeto de Modelagem já realizado, potencializa uma conexão da Matemática escolar com a realidade dos estudantes. Somado a isso, percebe-se que sua prática em sala de aula também pode incentivar o professor na elaboração de atividades voltadas à resolução de problemas, bem como a desenvolver seus primeiros trabalhos com Modelagem, permitindo, assim, uma evolução no uso de modelos matemáticos no contexto escolar.

Referências

ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, L. R. Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: por que através da Resolução de Problemas? In: ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G.; NOGUTI, F. C. H.; JUSTULIN, A. M. (Orgs.). **Resolução de Problemas: Teoria e Prática**. Paco Editorial. Jundiaí. 2014.

BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. p.161-174.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Rio Claro, 2001.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

BASSANEZI, R. C. Modelagem Matemática Uma disciplina emergente nos programas de formação de professores. **Biomatemática**. Campinas, v. 9, p.9-21, 1999.

BASSANEZI, R. C. **Modelagem Matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática no ensino fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB/DPEM, 2006. (Orientações Curriculares do Ensino Médio, Volume 2).

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Brasília: MEC/SEB, 2013.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática 3º e 4º ciclos: Matemática**. Brasília: MEC, 1998.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1992.

CARREIRA, S. **Significado e aprendizagem da Matemática: dos problemas de aplicação à produção de metáforas conceituais**. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 1998.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 23. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

DANTE, L. R. **Formulação e resolução de problemas de matemática: teoria e prática**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2011.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2012. (Coleção formação de professores).

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2011.

Capítulo 1 *** Aplicação de modelos: estratégia de ensino ou incentivo à prática da modelagem matemática em sala de aula?

NISS, M.; BLUM, W.; GALBRAITH, P. Introduction. In: BLUM, W.; GALBRAITH, P.; HENN, H. W.; NISS, M. (Eds.) **Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study**. New York: Springer, 2007. p.3-32.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **Bolema** – Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, ano 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

SOARES, D. S. **Uma abordagem pedagógica baseada na Análise de Modelos para alunos de Biologia: qual o papel do software?** 2012. 341f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

SOARES, D. S.; JAVARONI, S. L. Análise de Modelos: possibilidades de trabalho com Modelos Matemáticos em sala de aula. In: BORBA, M. C. & CHIARA, A. (Org.) **Tecnologias Digitais e Educação Matemática**, São Paulo-SP, Editora Livraria da Física, 2013, p. 195-219.

SOUSA, E. S. **Análise de Modelos: um método de ensino de Matemática na Educação Básica**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS. Porto Alegre, 2019

.

2

Educação infantil e modelagem matemática: algumas considerações

Claudenilda Mota Carvalho⁸

Beatriz Santos Oliveira⁹

⁸ Graduanda do 9º semestre do curso de Licenciatura Plena em Pedagogia pela Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA. E-mail: nildamota64@gmail.com.

⁹ Graduanda do 7º semestre do curso de Licenciatura Plena em Pedagogia pela Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA. E-mail: beatrizbyaolivera@gmail.com.

2.1 Introdução

Este trabalho foi desenvolvido e motivado pelas discussões sobre modelagem matemática no âmbito do Grupo de Estudos e Pesquisas em Modelagem Matemática (GEPEMM) da Universidade Federal do Oeste do Pará-Ufopa. As discussões supracitadas nos levaram a refletir sobre como as práticas de Modelagem Matemática na Educação Infantil podem contribuir para a educação matemática de crianças de 0 a 5 anos. Desse modo, faremos uma reflexão sucinta sobre a educação matemática na Educação Infantil, estabelecendo um paralelo a partir das orientações normativas do Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil-RCNEI e a Base Nacional Comum Curricular-BNCC documentos legais que norteiam as práticas de professores e professoras de Educação Infantil no que diz respeito ao ensino de matemática para crianças pequenas, e desse modo, analisar e relacionar a Modelagem Matemática ao ensino de matemática na educação infantil.

Na BNCC, são reafirmados os eixos estruturantes das práticas pedagógicas na Educação Infantil anteriormente apontados nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil- DCNEI, considerando importantes aspectos da cultura infantil, “[...] as interações e a brincadeira, experiências nas quais as crianças podem construir e apropriar-se de conhecimentos por meio de suas ações e interações com seus pares e com os adultos”, portanto, elementos essenciais no processo de ensino aprendizagem.

Levando em consideração os eixos estruturantes da Educação Infantil, podemos considerar que estes são condições relevantes para o desenvolvimento de práticas de modelagem fundamentada da perspectiva do professor Jonei Cerqueira Barbosa, tendo em vista que ele define a Modelagem Matemática como um ambiente de aprendizagens. Portanto, na educação infantil tendo em vista que o ambiente

também é educador, podemos vislumbramos um panorama de possibilidades de atividades que permitam por meio da organização do ambiente, brincadeira, jogos, materiais pedagógicos, e outros recursos, modelar situações reais juntamente com as crianças envolvendo-as em um ambiente de indagações com atividades orientadas pelo docente, dando início ao processo de formação crítica da criança. Assim, refletir sobre o ensino de matemática por meio de atividades de Modelagem Matemática requer refletir sobre os processos de formação biológica e intelectual do indivíduo para um ensino significativo e de qualidade.

Nesse sentido, de acordo com a teoria histórico-cultural, a criança aprende desde que nasce através de interações que ela estabelece com o meio a sua volta, no entanto, sozinha ela não consegue organizar suas ações necessitando de uma mediação direta ou indireta dos adultos em suas interações diárias. Assim, é na relação com o outro (Zona de desenvolvimento Iminente) e esse outro um adulto ou outra criança mais velha e no contato com o ambiente, onde estão presentes os elementos da cultura do seu contexto, que ela tem a oportunidade de desenvolver-se, construindo assim sua identidade individual e coletiva, reconhecendo-se como sujeito produtor e reproduzidor de cultura. Entendemos que é nessa interação que a criança vai percebendo seu entorno e, à medida que ela vai se desenvolvendo vai dando significado as coisas.

Para Vygotsky (2008) o desenvolvimento do pensamento (psíquico) e da linguagem acontecem em momentos distintos, porém não distantes. A criança ao desenvolver a fala ainda não é capaz de estabelecer ideias abstratas e por isso, ao nomear as coisas ela a entende como uma extensão do objeto. Desse modo, Vygotsky ao estudar as estruturas do pensamento infantil e o desenvolvimento da fala considera que:

[...] os dados sobre a linguagem infantil (confirmados pelos dados antropológicos) sugerem firmemente que, por um longo tempo, a palavra é para a criança uma propriedade do objeto, mais do que um símbolo deste; que a criança capta a estrutura externa palavra-objeto mais cedo do que a estrutura simbólica interna. (VIGOSTSKI, 2008, p. 61).

Ao longo do processo de desenvolvimento psíquico, as crianças ao lidarem com situações abstratas, fora da realidade concreta, passam a elaborar, mentalmente cálculos matemáticos, mesmo que de maneira ingênua, por exemplo: em uma atividade ao atirar uma bola para alcançar determinado alvo, a criança ao fazê-lo numa primeira tentativa e falhar, ao tentar novamente ela percebe que precisará lançar com mais força ou mais alto mais baixo, para a esquerda ou para direita etc. Nesse sentido, essa fase configura-se em um período primordial para a introdução de conceitos fundamentais na vida das crianças enquanto sujeitos em desenvolvimento.

Para fundamentar nossa tese, analisamos pesquisas que tratam do ensino de matemática na Educação Infantil como as de Tancredi (2012) e Quaresma (2015) e Modelagem Matemática podemos inferir que pesquisas de autores como: Barbosa (2004), Almeida (2012), Biembengut (2007), Burak (2012), Bassanezi (2015), dentre outros, tem contribuído para o debate teórico sobre o ensino de matemática por meio da modelagem na educação básica, que demonstram potencialidades e desafios da Modelagem Matemática numa perspectiva de romper com o paradigma tradicional de ensino o qual centra-se em práticas estanques focalizando mais o conteúdo em si do que a aprendizagem efetiva do conhecimento por parte do aluno, concebendo o educando ainda como um ser passivo no processo de ensino aprendizagem.

Desse modo, acreditamos que a Modelagem Matemática permite ao aluno aprender matemática de maneira significativa e interdisciplinar relacionando o conhecimento matemático a outras áreas do conhecimento, oportunizando ao educando envolver-se em situações que abarcam problemas reais contribuindo de maneira positiva com suas aprendizagens, enfatizando que esse envolvimento deva ocorrer já nos primeiros anos da vida escolar das crianças, ou seja, na Educação Infantil.

2.2 A matemática na Educação Infantil

A Educação Infantil como primeira etapa da Educação básica perpassa o caráter assistencialista que remotamente lhe era conferido e ganha um novo sentido. Atualmente, a educação infantil é considerada tão importante quanto o ensino fundamental e/ou o ensino médio e tornou-se parte integrante da educação básica. Nesse sentido, documentos normativos com o Referencial Curricular Nacional para Educação Infantil (RCNEI) traz uma série de orientações que irão nortear o planejamento das instituições e as práticas pedagógicas de professores e professoras desta modalidade de ensino, o que pode vir culminar com a ressignificação dessas práticas ao reconhecer a criança como sujeito de direito que participa de maneira ativa de seu próprio processo de formação, que não necessita apenas de cuidados fisiológicos, mas alia aspectos importantes do cuidar e educar dentro desse processo.

O desenvolvimento de conceitos matemáticos na infância se estabelece no convívio das relações humanas e no contato com o ambiente. Antes mesmo de ser inserida no universo escolar, a criança pequena já vivência experiências de naturezas diversas e se defrontam frequentemente com a linguagem matemática. “Nessa perspectiva, a instituição de educação infantil pode ajudar as crianças a organizarem melhor as suas informações e estratégias, bem como proporcionar condições para a aquisição de novos conhecimentos matemáticos”. (BRASIL, 1998, p.207).

Pesquisas recentes como as de Quaresma (2015) e Tancredi (2012) tratam do ensino da matemática na Educação Infantil e salientam a importância do saber escolar contextualizado aos saberes prévios das crianças. Considerando que as crianças começam a interagir com questões matemáticas desde muito cedo em situações que são vivenciados diariamente por elas, por exemplo: ao acompanhar a marcação das datas no calendário, as horas no relógio, ao indicar sua idade com os dedos, etc. , assim, a articulação entre conhecimento escolar e o cotidiano das crianças irá ajudá-las a ampliar seus conhecimentos e construir novos estruturando seu pensamento.

Portanto, é na Educação Infantil que serão ampliados os conhecimentos prévios das crianças com atividades pedagógicas planejadas e orientadas, possibilitando o desenvolvimento de suas capacidades psíquicas superiores dentre elas a lógico-matemática. Segundo o RCNEI, crianças de zero a seis anos têm suas primeiras ideias e percepções iniciais sobre a matemática elementar a partir de conceitos aritméticos e espaciais. Para crianças de quatro a seis anos são tratados os conceitos de “números e sistema de numeração”, “Grandezas e medidas”, “Espaço e forma”,

A partir desses conceitos será instigada a curiosidade e criatividade das crianças e o gosto pela matemática por meio de práticas que lhes permitam manipular objetos, participar de atividades planejadas, interagir com o outro e explorar o ambiente, dentre tantas outras possibilidades. Essas práticas bem orientadas poderão conduzir os pequenos a buscar respostas para as suas indagações diante de problemas reais.

Vale aqui ressaltar que, a trajetória do ensino da matemática (e de outras áreas do conhecimento) na Educação Infantil desde a sua gênese, no que tange ao ensino sistematizado das instituições, estão enraizados na pedagogia tradicional que tem se pautado em práticas de memorização, associação e repetição, o que geralmente resulta em um ensino mecanizado e descontextualizado a realidade das crianças, em razão disso Quaresma (2015) enfatiza que:

Não cabe mais, nos vários níveis de ensino, a começar pela educação infantil, uma abordagem tradicional da matemática, reconhecendo-a somente como forma de conhecimento abstrato, referindo-se à espaço e quantidade, onde o professor transmita dados e os alunos os reproduzam de forma mecanizada. (p.11874).

Desta maneira, o professor de Educação Infantil precisa considerar que as crianças aprendem a linguagem matemática (não só essa) desde muito cedo e é durante o processo de escolarização, a começar na Educação Infantil, que esses conhecimentos deverão ser potencializados com o seu auxílio.

Para tanto, o professor e a escola como um todo, deverá reconhecer e acolher devidamente o repertório de conhecimentos sociocultural (o saber extraescolar que os autores chamam de etnomatemática) que a criança traz consigo, no sentido de aproveitá-lo ao máximo no contexto da sala de atividades, estabelecendo um diálogo entre o que a criança “já sabe” e aquilo que ela, gradativamente, vai aprendendo, dando sentido ao que ela vivência no seu dia a dia.

Nesse contexto, as creches e pré-escolas, ao acolher as vivências e os conhecimentos construídos pelas crianças no ambiente da família e no contexto de sua comunidade e articulá-los em suas propostas pedagógicas, têm o objetivo de ampliar o universo de experiências, conhecimentos e habilidades dessas crianças diversificando e consolidando novas aprendizagens, atuando de maneira complementar à educação familiar (BRASIL, 2017, p. 34).

Também é preciso que o professor considere que, apesar do repertório de saberes socioculturais adquiridos pelas crianças no convívio com as famílias e a comunidade, elas ainda não conseguem imprimir sentido à situações muito complexas, o que poderá ser impulsionados durante todo o período de permanência na instituições de ensino, já que esta é considerada o *loco* da produção de conhecimento e que por meio de atividades bem planejadas tem possibilitado o desenvolvimento de habilidades e atitudes tais como as que estão dispostas no RCNEI.

- ✓ A contagem oral nas brincadeiras e em situações nas quais as crianças reconheçam sua necessidade.
- ✓ As noções simples de cálculo mental como ferramenta para resolver problemas.
- ✓ A comunicação de quantidades, utilizando a linguagem oral, a notação numérica e/ou registros não convencionais.
- ✓ A identificação da posição de um objeto ou número numa série, explicitando a noção de sucessor e antecessor.
- ✓ A identificação de números nos diferentes contextos em que se encontram.
- ✓ A comparação de escritas numéricas, identificando algumas regularidades.
- ✓ Os jogos de esconder ou de pega, nos quais um dos participantes deve contar, enquanto espera os outros se posicionarem.
- ✓ As brincadeiras e cantigas que incluem diferentes formas de contagem.
- ✓ A exploração de diferentes procedimentos para comparar grandezas.
- ✓ A introdução às noções de medida de comprimento, peso, volume e tempo, pela utilização de unidades convencionais e não convencionais.
- ✓ A marcação do tempo por meio de calendários.

- ✓ As experiências com dinheiro em brincadeiras ou em situações de interesse das crianças.
- ✓ A explicitação e/ou representação da posição de pessoas e objetos, utilizando vocabulário pertinente nos jogos, nas brincadeiras e nas diversas situações nas quais as crianças considerarem necessário essa ação.
- ✓ A exploração e identificação de propriedades geométricas de objetos e figuras, como formas, tipos de contornos.
- ✓ Das representações bidimensionais e tridimensionais de objetos.
- ✓ A identificação de pontos de referência para situar-se e deslocar-se no espaço.
- ✓ A descrição e representação de pequenos percursos e trajetos, observando pontos de referência.

Todas essas experiências são enriquecedoras e envolvem as crianças em situações inerentes ao universo matemático. Assim, para ensinar matemática na Educação Infantil, e também nas séries posteriores, como destaca Tancredi (2012), não basta que o docente domine os conteúdos específicos da disciplina, ele também precisa elaborar estratégias de ensino apoiado em políticas educacionais e no próprio projeto político pedagógico da instituição, e assim empregá-las a cada etapa de ensino por meio de práticas pedagógicas inovadoras e ativas, como a Modelagem Matemática.

2.3 Concepções de modelagem matemática

De modo geral a modelagem matemática pode ser entendida como metodologia de ensino ou de pesquisa que visa a resolução de problemas reais por meio do instrumental matemático. Desse modo, apresenta aspectos relevantes para o letramento científico ou alfabetização científica, que busca por meio do levantamento de dados, elaborar hipóteses e estratégias de resolução para problemas do cotidiano.

Assim, a Modelagem Matemática consiste em um método de ensino homogêneo que versa à formulação de um modelo matemático ou não, para elucidação ou para a compreensão de um fenômeno natural de qualquer área do conhecimento. Seu uso em sala de aula engloba questões interdisciplinares e trata de

situações do cotidiano da criança, demonstrando para o educando a utilidade prática da matemática na vida diária, transcendendo o uso e aquisição da matemática para além do espaço escolar. É nesse sentido que Lippmann (2009, p.19) nos diz que:

Todos os dias, a cada momento, nós estamos lidando com os números de uma forma tão natural e corriqueira que nem percebemos. Não precisamos ir à escola para entrarmos em contato com os números, pois eles estão nas horas, na nossa idade, nas datas, nos preços, no dinheiro, no caminho que encurtamos procurando um atalho etc. Em suma, os números estão em nossas vidas, em atividades complexas como as do comércio, divertidas como as de um jogo entre amigos ou em atividades simples – como as que realizamos quando é preciso separar os ingredientes e medidas em uma receita culinária. No entanto, existem autores que apresentam diferentes visões e definições sobre Modelagem Matemática.

Na concepção de Biembengut e Hein (2005), a Modelagem Matemática atua como meio norteador para trabalhar o conteúdo estabelecido, a partir de um tema gerador onde o aluno orientado pelo professor buscar desenvolver estratégias e práticas que o leve a construção de seu próprio modelo matemático. Nesse sentido, entende-se que a Modelagem Matemática é responsável por uma abordagem na qual são introduzidas várias outras fontes de conhecimentos matemáticos. O conceito estabelecido por estes autores implementa a proposta da confecção de modelos matemáticos que seguem alguns procedimentos como interação de modelos matemáticos que visam um melhor desempenho dos alunos

Para Barbosa (2001), a Modelagem Matemática é concebida como um ambiente de aprendizagens e o foco da atividade não está no modelo matemático em si, mas em todas as etapas desempenhadas pelas crianças, enfatizando que o conhecimento matemático não está relacionado apenas a resolução de cálculos, mas sobretudo a formação cidadã.

Burak e Aragão (2012) partem de uma perspectiva estabelecida pela proposta de aprendizagem centrada na aprendizagem significativa. Desse modo, a Modelagem Matemática é definida por eles como um conhecimento amplo com objetivo de construir paralelos para expor matematicamente fenômenos da vida real, buscando auxiliar na tomada decisões.

Porém, é necessário que se esclareça que a Modelagem Matemática não deve ser considerada a solução para qualificar o ensino de matemática, ciências ou quaisquer que sejam as áreas exploradas como um fim a ser alcançado, mas como um meio de se chegar a um fim que se deseja alcançar, como destaca Barbosa (2001, p.4):

As atividades de Modelagem são consideradas como oportunidades para explorar os papéis que a matemática desenvolve na sociedade contemporânea. Nem matemática nem Modelagem são “fins”, mas sim “meios” para questionar a realidade vivida. [...]

A partir da análise desses autores, podemos inferir que a Modelagem Matemática tem contribuído significativamente para o desenvolvimento de atividades escolares que visam um ensino estável e de qualidade. Entretanto, é evidente que como mecanismo metodológico pode ser explorada nas salas de aula pelos professores da educação básica, porém, não se deve tomá-la como uma abordagem única e exclusiva afim de obter resultados pré-estabelecidos. Segundo Biembengut (2014) utilizar a modelação como proposta pedagógica instiga os alunos a desenvolverem o pensamento crítico e científico durante as atividades propostas em sala de aula.

No âmbito educacional, a modelagem pode ser definida como um método que auxilia, contribui e acelera o desenvolvimento cognitivo da pessoa no processo de ensino e aprendizagem de matemática e áreas adjacentes. Com isso, acreditamos que essa prática deve ser introduzida logo nos anos iniciais, objetivando familiarizar as crianças desde pequeninas com resoluções de problemas concretos, além de estabelecer um diálogo entre professor/aluno; aluno/professor e aluno/aluno para propor a criação de modelos próprios.

Nesse sentido, é visto que a modelagem desempenha um papel importante no que tange a educação escolar. Em uma atividade de Modelagem Matemática não importa que seguimento é explorado, o importante é que se trabalhe as propostas de modelagem logo no início da vida escolar, ou seja, na educação infantil, com isso a criança já começa a desenvolver o senso crítico, o trabalho em grupo, a curiosidade, a criatividade, dentre tantos outros aspectos durante a resolução dos problemas.

2.4 Modelagem matemática na educação infantil

Diante da crise no paradigma dominante ocorrido em razão das transformações técnico-científicas que rompeu com as formas de ensinar e de aprender, cresceu a necessidade de mecanismos prático-metodológico de ensino que dialogue com a realidade do aluno levando em consideração seus conhecimentos prévios e as especificidades do seu contexto, práticas que ultrapassassem essa visão estática e mecânica de ensino. Em razão disto, é de fundamental importância que desde a Educação Infantil o conteúdo curricular seja tratado de maneira contextualizada com o cotidiano das crianças.

Atualmente, ensinar matemática em qualquer nível de ensino tem se tornado um desafio constante, tanto para quem ensina quanto para quem aprende. As constantes mudanças no cenário atual da sociedade emergente exigem que o professor reelabore suas estratégias de ensino para acompanhar essas mudanças, o aluno de hoje já não é o mesmo de anos, décadas, séculos atrás. Com o avanço da tecnologia, desde de muito cedo a criança está cercada de informações que circulam nas plataformas digitais e em outros meios de comunicação que por vezes tem influenciado a tomada de decisões por parte de quem as acessa, desse modo, é preciso que se estabeleça um elo significativo ao que o professor ensina e ao que a criança já sabe, conforme aprende e vivencia em suas relações diárias com o outro e com o meio onde vive. Desse modo, Biembengut e Hein (2009) enfatizam que:

Muito se falou e se fala de um futuro que está por chegar. Pois bem, chegamos ao novo milênio, no qual aponta-se para novos desafios e estes, para novas formas de encarar a realidade social. A educação também vem recebendo seus desafios – talvez os mais difíceis –; entre eles o de antever e propor à sociedade um “novo” cidadão, que comandará a economia, a produção, o lazer e outras atividades que ainda surgirão nas próximas décadas. (p. 9).

Nesse sentido, a Modelagem Matemática como suporte metodológico nas práticas de ensino emerge como ferramenta pedagógica, não tão recente, mas que tem possibilitado um ensino mais significativo na construção do conhecimento matemático e de outras áreas do conhecimento, tendo em vista a interdisciplinaridade que é estabelecida durante as práticas de modelagem. Nesse sentido, muitos estudos apontam as potencialidades da Modelagem Matemática para o ensino na Educação Básica, desde a educação infantil até o ensino superior e pós graduação, permitindo que sejam introduzidas as propostas pedagógicas aspectos que favoreçam a compreensão de questões cotidianas que estão diretamente relacionadas a matemática e a outras áreas do conhecimento.

A Modelagem Matemática, nessa perspectiva de ensino-aprendizagem torna-se um mecanismo que pode ser agregado ao ensino como ferramenta potencializadora para a aprendizagem das crianças podendo ser utilizada na Educação Infantil tendo em vista que outros estudos apontam suas contribuições no ensino com crianças dessa faixa etária.

Em um estudo denominado *“Modelagem matemática na educação infantil e relações possíveis com o paradigma emergente: o relato de uma experiência”* Penteado, Fernandes e Burak (2014) analisam o ensino de matemática e a Modelagem Matemática como proposta metodológica na perspectiva de Burak em relação aos paradigmas dominante e emergente, além de descreverem uma experiência com modelagem matemática na educação infantil com 16 crianças de 4 anos de idade.

Na experiência relatada pelos autores, a professora trabalhou com as crianças o tema “meios de transportes”, escolhido pelas crianças dentre outros temas que foram propostos pela docente. Nessa atividade a professora utilizou o ciclo de modelagem desenvolvido por Burak onde foram cumpridas todas as etapas, **a)** escolha do tema; **b)** pesquisa exploratória; **c)** levantamento do problema; **d)** resolução do problema; e **e)** análise crítica da resolução. Os autores apontam a partir dessa experiência as potencialidades do trabalho com modelagem matemática na educação infantil, e indicam mudanças relevantes no paradigma emergente educacional em

contraposição ao paradigma dominante, que persiste em práticas pedagógicas de métodos estáticos e inflexíveis.

Outro estudo que contribuiu em nossas reflexões e traz em seu bojo uma experiência com Modelagem Matemática denomina-se, “*Modelagem matemática na educação infantil: um estudo sobre a proteção solar com crianças de três anos*” de Carvalho, Oliveira e Luna (2012). Nessa atividade, a problemática inicial foi sugerida por uma das autoras a partir da realidade do contexto, ou seja, um problema real, nesse caso “a importância da proteção solar”, em que foi possível ouvir os questionamentos das crianças em rodas de conversas que envolveram três encontros para se tratar somente do tema. E nesse sentido, a pesquisa teve como objetivo investigar as possibilidades de aproximação de crianças de três anos de idade com um problema real a partir de um ambiente de modelagem.

2.5 Considerações

A partir da análise das pesquisas e da observância dos textos legais que tratam do Ensino da matemática na Educação Infantil, fica evidente a importância da discussão em torno deste assunto. Nesse âmbito, é necessário que o professor estabeleça “novas” estratégias de ensino que vislumbrem contribuir com sua prática educativa no que tange ao ensino da matemática na educação infantil. É importante ainda que o professor se apoie em suporte teórico para o exercício da prática docente e em estudos que comprovem os efeitos positivos no trabalho com Modelagem Matemática. Será necessária uma busca constante por parte do docente pelo aperfeiçoamento e planejamento de suas ações. Nesse sentido, o professor deverá buscar nos cursos de formação continuada o apoio didático necessário para sua atuação enquanto educador, possibilitando assim, uma práxis pedagógica mais

estruturada e compromissada com a aprendizagem matemática e o desenvolvimento integral das crianças.

Atualmente, a matemática não pode ser vista como uma disciplina em que se aprende de forma mecânica e descontextualizada com a realidade da criança onde o aluno tenha que decorar fórmulas e algoritmos. Ensinar matemática também é formar cidadãos críticos capazes de se colocar diante das mais diversas situações, é saber se posicionar diante de questões que são levantadas no convívio social, familiar e comunitário, constituindo-se como sujeito ativo e participativo nas decisões do lugar onde vive. Devido às transformações sociais, econômicas, políticas e culturais que afetam a sociedade de modo geral, tornam-se imprescindíveis novas práticas, novos saberes e outras formas de ensinar e aprender, isso exige que a atuação do professor em sala de aula acompanhe essas mudanças, de modo que haja um ensino com saberes compartilhado entre professores e aluno, guiado e regulado com a participação dos alunos de maneira individual ou em grupo, é nesse sentido que a Modelagem Matemática contribui para o ensino significativo diante dos desafios do presente e com o olhar apara o futuro.

Vale aqui enfatizar que é possível perceber na prática pedagógica de muitos professores de Educação Infantil o uso da Modelagem Matemática, porém, de maneira “ingênuas”. Concebendo-a como um ambiente de aprendizagens na concepção de Barbosa (2001), podemos analisar as possibilidades de aprendizagens com a Modelagem Matemática no desenvolvimento infantil a partir de ações articuladas de maneira intencional. Portanto, a importância do aporte teórico-metodológico sobre Modelagem Matemática pode contribuir nas práticas dos docentes de maneira que se possa articular a teoria com a prática numa práxis comprometida com a formação cidadã do sujeito.

Referências

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

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.

BASSANEZI, R. C. **Modelagem matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na educação matemática e na ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 5 ed. São Paulo: Contexto, 2009.

BRASIL, Ministério da Educação. **Basse Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Disponível em :
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf.>

BRASIL. **Referencial Curricular para a Educação Infantil**. Ministério da Educação e Desporto, Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC/SEF, v.3. 1998.

BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. Tese de Doutorado em Educação-UNICAMP, São Paulo, 1992.

BURAK, D.; ARAGÃO, R. M R. **A Modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa**. Curitiba: CVR, 2012.

CARVALHO, L. S. S.; OLIVEIRA, L. A.; LUNA, A. V. A. Modelagem matemática na educação infantil: um estudo sobre a proteção solar com crianças de três anos. In: Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 3. 2012, Fortaleza- Ce. **Anais [...]** Fortaleza: Faculdade 7 de Setembro, p. 1 – 12.

PENTEADO, D. R; FERNANDES, V. B. BURAK, D. Modelagem matemática na educação infantil e relações possíveis com o paradigma emergente: o relato de uma experiência. In: XII Encontro Paranaense de Educação Matemática. **Anais...** Campos Mourão, 04 a 06 de set. de 2014.

QUARESMA, R. P. Os Desafios de Ensinar Matemática na Educação Infantil: In: XII Congresso Nacional de Educação. **Anais...** EDUCERE XII, 2015.

TANCREDI, R. M. S. P. Que Matemática é Preciso Saber para Ensinar na Educação Infantil? **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, SP: UFSCar, v. 6, n. 1, p. 292 – 296, mai. 2012. Disponível em: <http://www.reveduc.ufscar.br>

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Tradução: Jefferson Luiz Camargo. 4 ed. São Paulo. Martins Fontes. 2008.

3

Jogos de modelagem matemática e o estudo da tabuada para melhorar o domínio dos cálculos nas aulas de matemática e física

Gleice Daniely Vera Cruz de Ataíde¹⁰

Ednilson Sergio Ramalho de Souza¹¹

¹⁰ Discente de Mestrado do MNPEF, Turma 2018, UFOPA e Professora da Educação Básica da rede Estadual na Modalidade Some. E-mail: gleice.daniely@gmail.com.

¹¹ Professor Doutor da UFOPA/ICED. E-mail: ednilsonufopa@gmail.com.

3.1 Introdução

Segundo a história, a tabuada foi inventada por Pitágoras, filósofo e matemático grego que nasceu em 570 a.C ou em 571 a.C na cidade de Samos e morreu em 497 a.C ou 496 a.C em Metaponto. O termo tabuada, contudo, originou-se nas tábuas de cálculos que serviam para facilitar a contagem nas equações matemáticas nas escolas pitagóricas e ainda agilizavam as transações comerciais que envolviam contas. A tabuada de multiplicar, por exemplo, foi uma tabela criada por Pitágoras, conhecida como tabela pitagórica em que era possível consultar todas as operações existentes na tabuada tradicional:

Tabela 1-Tabela de Pitágoras.

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Fonte: Autores (2020).

O estudo da tabuada, no entanto, com o passar dos anos e dos métodos de ensino, durante as aulas de matemática, parece que tem diminuído a frequência. Antigamente, ela era uma cartilha usual que fazia parte do material didático do aluno, em que, inclusive, os discentes eram envolvidos em atividades de perguntas e respostas sobre o conteúdo desta cartilha, principalmente, sobre a multiplicação. Nesta época, era comum o professor realizar, por exemplo, uma sabatina em que errar uma resposta estava associado ao castigo da palmatória – instrumento de madeira – tanto pelo professor ou até mesmo por um outro colega que tenha sido o autor do acerto.

Todavia, fica o questionamento: O estudo da tabuada, nas aulas de matemática e física, contribui para melhorar o desempenho dos alunos na resolução de cálculos quando os conteúdos exigirem o domínio das operações básicas da matemática e raciocínio lógico? Ou, o estudo da tabuada deve ser trabalhado, com mais frequência, pelo docente da matemática ou até mesmo da física?

Em busca de respostas, este artigo tem como objetivo apresentar um relato de experiência sobre o estudo da tabuada através de atividades dinâmicas de jogos matemáticos com a finalidade de desenvolver nos alunos aptidões e competências ao manipular uma conta que envolva as operações matemáticas, além de aprimorar o seu raciocínio lógico nas aulas de matemática e física.

A atividade foi aplicada com os discentes do ensino médio, na modalidade SOME – Sistema Organizacional Modular de Ensino – que faz parte do sistema educacional do estado do Pará e que atende alunos da zona rural nas áreas de floresta, planalto e rios. Os estudantes envolvidos nesta experiência, todavia, fazem parte do município de Monte Alegre, na região do baixo Amazonas. A metodologia será descrita apresentando o passo a passo da experiência, assim como o resultado dos desempenhos dos discente ao longo do processo de ensino e aprendizagem durante as aulas de física e matemática.

3.2 Fundamentação teórica

Assimilar conceitos para compreender a tabuada deve ser um fator importante nos planejamentos do professor da área de exatas, especificamente o de matemática, pois considerando que esta disciplina é considerada de difícil assimilação, o estudo da tabuada pode contribuir para um bom desenvolvimento do raciocínio lógico no momento da execução de operações matemáticas e de resoluções de

problemas. Neste sentido, considera-se “[...] Nossa proposta é ensinar uma matemática viva, uma matemática que vai nascendo com o aluno enquanto ele mesmo vai desenvolvendo seus meios de trabalhar, na qual ele está agindo” (DANYLUK, 2002, p. 227).

A alfabetização matemática, segundo Danyluk (2002), consiste no ato de aprender, escrever e ler a linguagem da matemática. Para ela, a leitura se dá quando há o envolvimento com aquilo que está sendo lido. A autora ainda afirma que a compreensão sobre o ato de ler a linguagem matemática baseia-se nas ações humanas de interpretar, de compreender e de comunicar o conhecimento vivido.

Ler matemática significativamente é ter a consciência dirigida para o sentido e para o significado matemático do que está sendo lido. [...]. Dessa forma, o leitor não é consumidor passivo de mensagens. Ele é um receptor de mensagens que tem a possibilidade de examinar criticamente aquilo que se lê e, ao mesmo tempo, reelaborar o discurso lido no seu mundo-vida, abrindo novos caminhos e criando novas alternativas. Ser alfabetizado em matemática é entender o que se lê e escrever o que se entende a respeito das primeiras noções de aritmética, de geometria e da lógica (DANYLUK, 2002, p.14 e 19).

Com isso, parece que uma das funções do professor é observar, analisar e fazer os registros dos alunos a partir de atividades realizados por eles, seja na forma de brincadeiras, atividades e a maneira como realizam as tarefas pré-estabelecidas, de forma a compreender como funciona o pensamento do estudante e em que nível se encontram em relação à compreensão do conteúdo matemático.

Uma outra forma que o docente pode usar, como proposta metodológica, para o ensino da tabuada é a Modelagem Matemática que, no Brasil, as experiências têm mostrado um forte viés antropológico, político e sociocultural, já que têm procurado partir do contexto vivido dos alunos e de seus interesses (FIORENTINI, 1996). Além de muitos outros autores defenderem, também, a utilização da modelagem no ensino da matemática.

Segundo Bassanezi (2002), por exemplo, a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-

los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. Já para Barbosa (2001), na modelagem matemática, o enfoque está no processo de resoluções de problemas aplicados, focalizando o processo de construção de modelos matemáticos e é vista ainda como um ambiente de aprendizado no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade. E, para Borba (1999), a modelagem é uma concepção na qual grupos de alunos escolhem um tema ou problema para ser investigado e, com o auxílio do professor, desenvolvem tal investigação que muitas vezes envolvem aspectos matemáticos relacionados com o tema.

De acordo com esses autores, embora com alguns pontos diferentes em seus argumentos, a modelagem matemática é um método de ensino que, ao ser utilizado em sala de aula, desperta nos estudantes um senso investigativo, crítico e de construção cognitiva. Desta forma, aplicar esse método modelador no ambiente de sala de aula para o estudo da tabuada vem ao encontro com a proposta deste trabalho que é desenvolver nos estudantes um raciocínio lógico matemático mais eficaz e eficiente na resolução de cálculos tanto na disciplina matemática quanto na física.

Um outro aspecto relevante sobre a modelagem matemática é a possibilidade de interação que ocorre nas atividades de modelagem e que favorecem o aprendizado dos estudantes de forma positiva. É o que Alro e Skovsmose (2006), apontam quanto às interações, em que eles se referem como “diálogo”.

Da mesma forma, os estudos de Vigotsky (1993), relatam que a aprendizagem está diretamente associada à interação. Neste caso, o professor ao perceber que o ensino lúdico, dinâmico e interativo atrai a atenção dos alunos e ajuda no desempenho deles, pode ter a oportunidade de mudar a sua prática educativa tradicional para uma prática mais progressista, despertando no aluno uma visão mais crítica do mundo, permitindo um aprendizado, além de interessante, também, prazeroso, com iniciativa, imaginação, curiosidade, senso de responsabilidade, cooperação, memorização e concentração.

Os estudos de Piaget (1969) também dão ênfase para a importância das trocas de experiências, confrontando o ponto de vista na construção das operações, considerando uma significação na formação do estudante que é indispensável para a elaboração do pensamento lógico e, principalmente, sobre o desenvolvimento intelectual.

3.3 Metodologia

O estudo da tabuada por meio dos jogos de modelagem matemática foi aplicado com alunos do ensino médio da modalidade SOME¹² na cidade de Monte Alegre-PA. O estudo foi apresentado aos alunos como um projeto intitulado “Tabuada em Ação” que envolve diferentes tarefas em forma de jogos e dinâmicas condicionadas à aquisição de notas no processo de ensino-aprendizagem de acordo com o desempenho ao longo do projeto.



Figura 1-Alguns estudantes participantes da pesquisa (Fonte: Autores, 2020).

Antes de iniciar as atividades realizou-se um diagnóstico quanto às habilidades dos alunos no que tange à capacidade para resolver cálculos que envolvem

¹² Sistema Organizacional Modular de ensino-Some: Modalidade de ensino que compõe a educação do estado do Pará e atende as zonas rurais.

as operações básicas da matemática, principalmente as de multiplicação e de divisão, observou-se uma grande dificuldade dos alunos no momento de operar as contas. Eles demonstram, de forma nítida, uma necessidade de melhorar seus desempenhos com os cálculos, essencial para as aulas de matemática e física. Há aqueles, inclusive, que antes de fazer uma conta de divisão já se manifestam dizendo: “Eu não sei dividir!” Ou “Eu nunca aprendi a dividir! “.

Diante dessas exclamações, fica evidente que o estudo da tabuada pode ajudar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes para melhorar seus desempenhos nas aulas de matemática e física, pois, considerando que para a maioria dos discentes estas disciplinas se resumem em fazer cálculos, então aplicar atividades com os conteúdos da tabuada seria uma forma de reforço para habilitá-los diante dos problemas que exigem raciocínio.

Após esse momento diagnóstico, estabeleceu-se quais atividades deveriam ser mais exploradas para o desenvolvimento dos discentes de acordo com a realidade da turma. Como o projeto foi aplicado em duas turmas diferentes, cabe ressaltar que houve momentos em que as atividades precisaram ser diferenciadas em cada turma. Porém, houve tarefas que se repetiram em todas as turmas. Antes do início das atividades, os alunos foram orientados a adquirirem suas tabuadas para iniciar os estudos em casa, dando preferência para as multiplicações, divisão, algarismo romano, leituras dos grandes números e números ordinais para nível de conhecimento.

Durante o projeto, os alunos foram separados em equipes para desenvolverem as atividades, geralmente com quatro integrantes em que eles trabalharam tanto de forma coletiva, estabelecendo diálogo, quanto de forma individual para não ficar totalmente sem função dentro do grupo.

Capítulo 3 *** Jogos de modelagem matemática e o estudo da tabuada para melhorar o domínio dos cálculos nas aulas de matemática e física.



Figura 2-Equipes durante os jogos de modelagem (Fonte: Autores, 2020).

Antes das realizações das atividades, os alunos receberam aulas dos conteúdos que há na tabuada, de forma direcionada ao que eles iriam encontrar nas atividades. As aulas enfatizaram aspectos que eles demonstram dificuldades, discussões de dúvidas e realização de exercícios.

O quadro a seguir descreve as principais atividades trabalhadas com os alunos na forma de jogos de modelagem matemática e o estudo da tabuada apresentando a descrição das atividades, os sujeitos envolvidos e o tempo de duração em média dos jogos.

Nome da Atividade	Descrição da Atividade	Sujeitos da Aplicação	Tempo da Atividade
Impacto mental	Esta atividade é uma dinâmica de perguntas e respostas orais sobre as casas de multiplicação de dois até o dez para cada grupo e individualmente em um tempo determinado.	Alunos do 1 ^o e 2 ^a anos (40 alunos)	20 min
Batalha entre grupos	Esta atividade corresponde a estabelecer uma interação entre as equipes de forma desafiadora, pois cada equipe é responsável por elaborar contas de multiplicação e divisão para que outra equipe resolva em um intervalo de tempo estabelecido. E após o término do cálculo a própria equipe que elaborou as	Alunos do 1 ^o e 2 ^a anos (40 alunos)	45 min

Capítulo 3 *** Jogos de modelagem matemática e o estudo da tabuada para melhorar o domínio dos cálculos nas aulas de matemática e física.

	contas tem a função de fazer a correção. Sendo que é feito um sorteio para saber qual grupo desafiará o outro.								
Maratona da multiplicação I	Esta atividade é constituída de noventa contas das operações de multiplicação das casas do dois (2) ao dez (10) no formato apresentado no exemplo abaixo, de forma misturada, em que cada aluno tem trinta segundos para tentar responder o máximo que puder ao longo de seis minutos. Exemplo: $3 \times 4 = \underline{\quad}$ $5 \times 8 = \underline{\quad}$	Alunos do 1º e 2ª anos (40 alunos)	45 min						
Maratona da multiplicação II	Esta atividade é constituída de noventa contas das operações de multiplicação das casas do dois (2) ao dez (10) no formato apresentado no exemplo abaixo, de forma misturada, onde cada aluno tem 40 segundos para tentar encontrar o máximo de números que puder que geram o resultado ao longo de oito minutos. Exemplo: $\underline{\quad} \times 4 = 12$ $9 \times \underline{\quad} = 63$	Alunos do 1º e 2ª anos (40 alunos)	45 min						
Formando Palavras	Nesta atividade, os estudantes, em equipe, recebem várias operações matemáticas que envolvem as quatro operações básicas cujo resultado equivale a uma letra do alfabeto, conforme exemplo abaixo, e o aluno tem em média dez minutos para tentar formar as palavras de acordo com os resultados encontrados. Exemplo: $A = 3 \times 4 + 7 - 5$ $U = (4 \times 5 \times 2) : 4$ $V = (17 - 12) \times 3 + 5$ <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>10</td> <td>20</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>V</td> <td>A</td> </tr> </table>	10	20	14	U	V	A	Alunos do 1º e 2ª anos (40 alunos)	30 min
10	20	14							
U	V	A							
Resolvendo a Multiplicação com multiplicador de dois e três algarismos	Nesta atividade, os alunos são avaliados em suas habilidades na resolução de contas de multiplicação. Cada dupla, da equipe, tem até no máximo dez minutos para tentar resolver duas	Alunos do 1º e 2ª anos (40 alunos)	45 min						

Capítulo 3 *** Jogos de modelagem matemática e o estudo da tabuada para melhorar o domínio dos cálculos nas aulas de matemática e física.

	contas de multiplicação evitando errar o máximo de algarismos que puderem.		
Resolvendo a Divisão com divisor de um e dois algarismos	Nesta atividade, os alunos são avaliados em suas habilidades na resolução de contas de divisão. Cada dupla, da equipe, tem até no máximo quinze minutos para tentar resolver duas contas de divisão evitando errar o máximo de algarismos que puderem.	Alunos do 1 ^o e 2 ^a anos (40 alunos)	45 min

Quadro 8-Jogos de modelagem matemática aplicados na pesquisa de campo (Fonte: autores, 2020).

As atividades descritas no quadro anterior foram trabalhadas com as turmas envolvidas na pesquisa, embora ao longo do período do projeto que dura, em média, trinta dias, entre uma aula e outra de matemática e física, tenham surgido algumas outras dinâmicas. Neste período também, os discentes, ainda em equipes, foram submetidos a provas discursivas e objetivas para complementar uma das etapas de avaliação.

No que se refere à avaliação do desempenho dos estudantes, eles foram avaliados de acordo com seus números de acertos após cada atividade concluída dentro do tempo estabelecido, os registros foram feitos em planilhas com os nomes de cada aluno e suas respectivas equipes e ao lado o nome de cada atividade com espaço para as anotações da quantidade de acertos e erros. Quanto às atividades de caráter discursivo, se coloca no registro o máximo de informação.

3.4 Resultados e discussões

Ao longo das realizações das atividades foi perceptível a evolução dos alunos quanto ao raciocínio rápido, desenvolvimento mental e domínio dos cálculos. Houve alunos, inclusive, que de forma natural, começam a resolver contas que antes consideravam difíceis e/ou complicadas, com mais facilidade. E durante o projeto, foi gerada uma competição saudável entre os estudantes que contribuiu para uma evolução e aprendizagem com os diálogos que eles estabelecem afirmando a ideia de Alro e Skovsmose (2006) que diz: “[...] interações caracterizadas como “diálogos” são interações que possuem qualidades que influenciam positivamente a aprendizagem”. Além dessa interação de forma positiva, eles passam, gradativamente, a ter disciplina e interesse nos estudos da tabuada.

No que tange ao processo de ensino-aprendizagem do domínio dos cálculos nas aulas de matemática e física, ocorreu uma mudança na postura dos alunos quanto a resolução dos cálculos, pois o que antes era visto como um momento da aula que se tornava difícil pelas dificuldades com o domínio das operações como multiplicação e divisão, passou a ser algo compreensível em que foi possível fluir de forma leve o processo da resolução de um problema proposto.

Chama-se a atenção, principalmente, aos alunos que antes diziam que não sabiam fazer divisão, demonstram ao longo do projeto que o conhecimento desta operação básica começa a ser assimilado pelo seu cognitivo. Com estes, na realidade, o processo de aprendizagem é mais lento, porém, é muito satisfatório poder ouvir uma nova frase sendo exposta por eles após certos momentos das atividades: “Ah! É assim que faz divisão é?! Agora já sei como é!”

Talvez, haja um questionamento quanto ao fato da necessidade das tarefas serem sempre executadas em tempos pré-estabelecidos, mas apesar do nervosismo que eles tendem a ficar e sob a pressão do tempo e em alguns momentos dos próprios

colegas, percebeu-se que houve um desenvolvimento nas habilidades do raciocínio rápido, pois como eles eram incentivados a treinarem em casa para conseguirem cada vez mais terminarem no menor tempo possível para terem um crescimento das suas respectivas pontuações, eles, naturalmente, passaram a se adaptar com a ideia de vencer o tempo nas atividades.

Um outro resultado importante que também é percebido é quanto àqueles estudantes que já têm facilidade para os cálculos matemáticos e físicos, pois esses evoluem quanto ao raciocínio lógico matemático e suas habilidades para a multiplicação e divisão. Às vezes, no decorrer da realização da atividade, de repente escuta-se algo do tipo: “Acabei!” Internamente, o professor pode ficar surpreso pela rapidez, porém muito feliz e logo pode apresentar uma frase motivadora contribuindo ainda mais para o melhor desempenho da equipe.

3.5 Considerações finais

A tabuada, uma simples cartilha com informações básicas da matemática, já foi considerada uma valiosa cartilha nas aulas de matemática, principalmente, nos estudos tradicionais, em que, inclusive, se faziam provas orais conhecidas como sabatinas.

Porém, apesar do ensino ter evoluído em muitos aspectos, nota-se que o valor de se estudar a tabuada não mudou, assim como as suas contribuições sobre os cálculos com as operações básicas que esta pode trazer para os estudantes durante as aulas de matemática e física.

Na realidade, o que se tem percebido é que os alunos de hoje deixaram de usar a tabuada com mais frequência nas aulas das disciplinas de exatas, principalmente a de matemática, assim como ter o compromisso de estudá-la, desta

forma, percebe-se que esta falta de comprometimento tem contribuído com um baixo rendimento dos estudantes no que tange às habilidades de fazer contas com as operações básicas.

Por isso, nas aulas de matemática e física, o raciocínio lógico dos estudantes geralmente não é tão aguçado para operar uma conta simples de operação básica. No entanto, quando estes começam a fazer da tabuada um instrumento de estudo de forma disciplinada, as mudanças começam a acontecer de forma natural, pois uma conta na solução de um problema na aula de física, que antes era vista como difícil, começa a ser vista com outros olhos e desenvolvida com mais facilidade.

Portanto é importante que a tabuada seja vista não apenas como uma cartilha do tempo da sabatina, ou apenas para consultas esporádicas para saber quanto é sete vezes nove, por exemplo. Deve ser vista como uma estratégia de ensino essencial para ser estudada com responsabilidade, pois fica evidente que quando os discentes fazem uso desta cartilha de uma forma dinâmica, didática e lúdica, conseqüentemente, tem-se um desenvolvimento significativo no raciocínio lógico matemático dos alunos, conforme visto nos resultados apresentados neste trabalho a partir de um relato de experiência. E para as aulas de física que tem sempre em seus conteúdos o formalismo matemático, a contribuição da tabuada a partir de jogos de modelagem também contribui na evolução das aptidões e habilidades dos cálculos matemáticos dos estudantes para resolução de contas.

Referências

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico. In: reunião anual da anped, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM. Disponibilizado >em:http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/funcoes_modelagem/modulo_I/modelagem_barbosa.pdf > Acessado em: 28/02/2020

FERRUZZI, Elaine Cristina; ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Diálogos em modelagem matemática. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 21, n. 2, p. 377-394, 2015. Disponibilizado em: <file:///C:/Users/Usuario/Documents/Mestrado-Física/GEPEEM/Texto%206.pdf> Acessado em: 28/02/2020

WOLFF, Jeferson Fernando de Souza; SERRANO Agostinho. **O Significado da Modelagem utilizada no Ensino de Física conforme lido a partir de Referenciais da Educação Matemática**. Programa de Pós-Graduação Em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Luterana do Brasil - Canoas - RS. Disponibilizado em:<file:///C:/Users/Usuario/Documents/Mestrado-Física/GEPEEM/O significado da modelagem no Ensino da Física.pdf> Acessado em: 28/02/2020

LIMA, Patrícia de Oliveira et al. **Matemática**. 2012. Disponibilizado em: <http://umnovojeitodeaprendertabuada.blogspot.com/2012/11/historia-da-tabuada.html>. Acessado em 28/02/2020

VIDAL, Evert. **Arquivo do blog**. 2015. Disponibilizado em: <http://evertonvidaladv.blogspot.com/2015/01/voce-sabe-quem-inventou-tabuada.html>. Acessado em: 28/02/2020

4

Ciclos de modelagem com professores da educação básica

Emanuella Rebelo Camargo ¹³

Manoel Bruno Campelo da Silva ¹⁴

¹³ Acadêmica de Pedagogia, da Universidade Federal do Oeste do Pará. E-mail: manu_stm06@hotmail.com.

¹⁴ Licenciado em Matemática, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (2015). Mestrando em Educação pela Universidade Federal do Oeste do Pará. E-mail: brunocampel@hotmail.com.

4.1 Introdução

Em face das mudanças ocorridas na sociedade, principalmente com o avanço das tecnologias de informação e comunicação, o saber ganhou notoriedade, especialmente em sua organização e elaboração, exigindo assim o aprimoramento de práticas para esta finalidade. Nesse contexto, o campo educacional precisou adequar-se em busca de um ensino apropriado às exigências dessa nova sociedade e, por esse motivo, a prática docente tem passado por um processo de constantes transformações na tentativa de incrementar procedimentos e técnicas, ressignificar o ensino, com a adoção de estratégias e de metodologias inovadoras, objetivando o rompimento com as práticas de ensino entendidas como tradicionais ou mecânicas, com o intuito de promover uma formação de alunos críticos e autônomos.

Hargreaves (2002) reforça que o trabalho educacional não deve se restringir apenas à adoção de estratégias inovadoras, para além disso, deve também envolver um trabalho emocional aperfeiçoado a fim de promover um ensino significativo para o aluno.

Ensinar e aperfeiçoar o ensino não pode se reduzir à competência técnica ou à padrões clínicos. Outros aspectos entram em jogo além dos professores se tornarem profissionais reflexivos e criteriosos. O ensino e seu aperfeiçoamento também envolvem um significativo trabalho emocional. Estabelecer um entendimento de emoções com os estudantes foi o ponto central na meta de atingir padrões elevados no ofício dos professores. Conectar o ensino e o aprendizado com sua missão social de educar também conferiu uma profundidade crítica ao trabalho (HARGREAVES, 2002, p.148).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) indica aos professores a necessidade do incremento de ações que promovam o desenvolvimento do letramento científico, que engloba a capacidade de compreender, interpretar e transformar o mundo, com base nos conhecimentos das ciências. Indica-se, ainda, que precisam ser organizadas situações de aprendizagem com origem em questões desafiadoras que

“[...] estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções” (BRASIL, 2018, p.322).

De acordo com Santos (2007), o conceito de letramento científico amplia a função da educação, pois, além de incorporar a leitura de informações científicas e tecnológicas, compreende também a interpretação do seu papel social. Isso implica mudanças não somente relativas a conteúdos programáticos como também na perspectiva dos processos metodológicos e de avaliação.

Assim, as competências promovidas pelo letramento científico sugerem a adoção de estratégias inovadoras, distintas da abordagem tradicional de ensino (mecânica), dentre as quais se apresenta a modelagem matemática, a qual, quando trabalhada na perspectiva do ensino de ciências, matemática ou outras áreas do conhecimento, tem por objetivo contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, de maneira significativa, próxima da realidade do aluno.

Algumas justificativas para a utilização da Modelagem Matemática são enumeradas por Silveira e Ribas (2004) como:

- Motivação dos alunos e do próprio professor;
- Facilitação da aprendizagem. O conteúdo matemático passa a ter mais significado, deixa de ser abstrato e passa a ser concreto;
- Preparação para a profissão;
- Desenvolvimento do raciocínio lógico e dedutivo em geral;
- Desenvolvimento do aluno como cidadão crítico e transformador de sua realidade e;
- Compreensão do papel sociocultural da matemática, tornando-a assim, mais importante.

Evidentemente, para o alcance dos objetivos de aprendizagem elencados pelos autores supracitados, é necessário um conjunto de esforços dos professores, que vai desde o entendimento conceitual, perpassando pelo planejamento das atividades até a execução, com possibilidades de revisão, avaliação e aprimoramento das práticas, tendo em vista os objetivos pretendidos.

No entanto, em virtude dessas especificidades dos processos para a utilização da modelagem matemática, habitualmente constata-se professores que não aplicam essa estratégia de ensino, em geral, por desconhecimento ou simplesmente por resistência ao novo, referente à essas práticas inovadoras. Neste sentido, Bassanezi (2009) argumenta que:

[...] a transposição da barreira naturalmente criada pelo ensino tradicional onde o objeto de estudo apresenta-se quase sempre bem delineado, obedecendo a uma sequência de pré-requisitos e que vislumbra um horizonte claro de chegada – tal horizonte é muitas vezes o cumprimento do programa da disciplina. (BASSANEZI, 2009, p.43).

Além disso, algumas pesquisas evidenciam também os motivos apresentados por professores quanto à não adoção da modelagem matemática em suas práticas pedagógicas, tais como: a falta de clareza sobre a organização e condução das atividades em sala de aula; dúvidas sobre os conhecimentos necessários para sua condução, os programas pré-estabelecidos (BARBOSA, 2004); a organização da escola e suas rotinas estabelecidas e a relação com os demais pares (BARBOSA, 2002); a insegurança em relação à tomada de decisões na operacionalização da modelagem em sala de aula (OLIVEIRA; BARBOSA, 2007a).

A presença da modelagem na escola representa desafios para os professores e, para Almeida, Silva e Vertuan (2012), uma forma de minimizar as dificuldades sobre a aplicação da Modelagem é possibilitar ao professor uma boa formação sobre ela. Para eles, “[...] é fundamental que seja estruturada uma formação docente em modelagem matemática a partir da tríade “aprender sobre”, “aprender por meio” e “ensinar usando” (p. 24).

Para o aprimoramento de práticas diferenciadas como a modelagem matemática, a aplicação de oficinas é importante, pois possibilita o contato do professor com alternativas metodológicas. Lorenzato (2010) ressalta que os primeiros contatos com essas alternativas metodológicas devem acontecer ainda na formação inicial, devendo ser contínua. Portanto, professores atuantes e em formação precisam

conhecer não apenas as teorias sobre os instrumentos que farão “parte” de sua prática pedagógica, mas também fazer uso dessas metodologias em sala de aula.

Diante da necessidade de desmistificar a utilização da modelagem matemática no ensino e mostrar possibilidades práticas envolvendo atividades com modelagem, surgiu a ideia de se desenvolver uma oficina que apresentasse aos professores algumas concepções sobre modelagem matemática e suas potencialidades ao favorecer o letramento científico por meio do desenvolvimento de ciclos de modelagem.

Deste modo, o presente artigo tem como objetivo analisar o potencial dos ciclos de modelagem na tentativa de promover o letramento científico com professores em exercício e professores em formação inicial, partindo das concepções de autores como Bassanezi, Barbosa, Burak, entre outros.

4.2 Referencial teórico

A modelagem matemática, consolidada no Brasil como estratégia pedagógica a partir de 1980, por meio dos esforços de professores como Ubiratan D’Ambrósio e Rodney Carlos Bassanezi, busca auxiliar o aluno na resolução de situações do cotidiano, enfatizando a utilização de elementos matemáticos de forma dinâmica e participativa.

Para que o professor possa utilizar essa estratégia de maneira diferenciada das práticas tradicionais, são necessários alguns conhecimentos, Chaves e Espírito Santo (2008b) argumentam que existem algumas necessidades de ordens gerais pertencente aos professores, relacionadas com saber o conceito e como pode ser utilizada a Modelagem em contextos escolares com suas respectivas oportunidades, e outras mais específicas, relacionadas com o tempo de docência de cada professor, ou

com suas experiências prévias acerca da docência, que parecem indicar a predisposição para adoção de caminhos alternativos para ensinar Matemática.

É possível encontrar na literatura diversas formas de compreender a modelagem matemática e cada concepção pode orientar a prática pedagógica de professores -em formação ou exercício - em todos os níveis da educação.

Cabe enfatizar que as atividades planejadas pelo professor podem favorecer o desenvolvimento do letramento científico no aluno para que ele possa desenvolver habilidades e competências necessárias para a resolução de questões do seu cotidiano. Nesse sentido, o desenvolvimento de projetos científicos, que envolvem a modelagem matemática pode contribuir para o desenvolvimento integral do aluno. Deste modo, segue abaixo, algumas concepções sobre modelagem matemática que fundamentaram o desenvolvimento da oficina.

Bassanezi (2002, p.16) entende modelagem como “[...] arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.” De acordo com o autor, a modelagem matemática pode proporcionar a construção de problemas matemáticos que estão além dos muros da escola, sendo uma ferramenta de transformação da realidade, em um exercício de aproximação da linguagem matemática e das relações vivenciadas pelos alunos, fatores estes que contribuem também para o seu desenvolvimento.

Para Biembengut e Hein (2005): [...] a modelagem é uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirvam posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias (p.13).

Estes autores entendem que a arte de modelar matematicamente reside na possibilidade de utilizar os modelos construídos ou as suas aplicações para resolver problemas e propor soluções em outros campos do conhecimento, servindo assim para a compreensão e/ou explicação de outras teorias de outras áreas.

A organização do processo de modelagem matemática, na concepção de Maria Salett Biembengut e Nelson Hein, pode ser organizada em 3 etapas, conforme resumido por Moreira (2017):

1ª Etapa – Interação. Refere-se ao contato inicial dos alunos com a situação-problema, o estudo da situação e caso necessário, a busca de mais informações para promover a familiarização com o tema.

2ª Etapa – Matematização. Momento em que se faz a identificação ou formulação do problema, o levantamento de hipóteses e que se busca uma solução para o problema proposto a partir da construção de um modelo [...].

3ª Etapa – Modelo Matemático. Etapa em que verificamos e realizamos a validação do Modelo obtido na etapa anterior, a fim de verificar a sua confiabilidade de utilização na situação-problema e caso não seja viável, os alunos juntamente com o professor, devem retornar à segunda etapa, ajustando as hipóteses e variáveis, até chegarem a um modelo que melhor se adequa à situação-problema em estudo (MOREIRA, 2017, p. 6).

Burak (1992, p. 62) entende modelagem matemática como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar matematicamente os fenômenos que o homem vive no seu cotidiano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões”. Em sua tese, Burak (1992) menciona que a modelagem pode ser desenvolvida em cinco etapas: 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução do(s) problema(s) e desenvolvimento da matemática relacionada ao tema; 5) análise crítica da(s) solução(ões).

Para Barbosa (2004, p.6) a modelagem é entendida como “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade”. A forma defendida por ele para se trabalhar com os alunos é através de casos: No Caso 1: o professor apresenta a descrição de uma situação-problema com os dados necessários, cabendo aos alunos o processo de resolução. No Caso 2: o professor traz para a sala um problema de outra área da realidade, cabendo aos alunos a coleta de dados necessários à sua resolução, nesse caso, os alunos são mais responsabilizados pela condução das tarefas. E, no Caso 3: trata-se de projetos desenvolvidos a partir de temas ‘não-

matemáticos', que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Nesse caso, a formulação do problema, a coleta de dados e a resolução são tarefas dos alunos.

O desenvolvimento de uma atividade em modelagem matemática e em sala de aula não se expressa necessariamente por meio de esquemas explicativos, para Almeida e Brito (2005), envolve comumente:

Um conjunto de ações que vão desde a definição de uma situação-problema, identificação e seleção de suas variáveis mais importantes, elaboração de hipóteses simplificadoras, obtenção de um modelo matemático e resolução do problema por meio de procedimentos adequados. Todo esse conjunto de ações deve desembocar na análise do modelo obtido, na qual são confrontadas as soluções com os dados reais observados (ALMEIDA E BRITO, 2005, p.4).

Souza e Rozal (2016) propõem um ciclo de modelagem com base em temas da realidade definidos pelo professor ou sugeridos, conforme interesse, pelo aluno. Este ciclo é composto por quatro etapas, que são comuns às concepções de modelagem citadas anteriormente: descrição do tema, produção de dados, desenvolvimento do modelo, sessão de discussão.

Assim, as diversas concepções e esquemas para explicitar os entendimentos e procedimentos relativos ao processo de modelagem matemática são fundamentais para nortear a compreensão e o planejamento dos professores para o desenvolvimento de atividades de modelagem matemática em suas práticas cotidianas de sala de aula.

Deste modo, foram apresentados autores que desenvolvem pesquisas em modelagem matemática para subsidiar as compreensões sobre o tema e nortear as atividades de ensino a serem relatadas neste artigo.

4.3 Metodologia

A oficina foi realizada no dia 29 de abril de 2019, com duração de 4 horas, na Universidade Federal do Oeste do Pará. Os palestrantes envolvidos foram o Professor Ednilson Sergio Ramalho de Souza, Professor Adjunto da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) e Docente permanente do Curso de Pedagogia/UFOPA, atuando principalmente nas unidades curriculares relacionadas ao ensino de ciências e de matemática e a acadêmica Antônia Jaine Almada de Sousa, ambos integrantes do Grupo de Estudos em Pesquisas em Modelagem Matemática (GPEMM) da Universidade Federal do Oeste do Pará. O público alvo da oficina contou com a participação de professores em formação e em exercício ligados às áreas principalmente de pedagogia, matemática e ciências da natureza.



Figura 3- Participantes durante a realização da oficina de modelagem (Fonte: Autores, 2019).

Os dados da oficina foram coletados a partir de registros escritos e fotografias, técnicas que Fiorentino e Lorenzato (2009, p.108) definem como “uma estratégia que envolve não só a observação direta, mas todo um conjunto de técnicas metodológicas (incluindo entrevistas, consulta a materiais, etc.)”.

A oficina foi desenvolvida a partir de 03 etapas gerais: I) discussão teórica sobre modelagem matemática e letramento científico; II) elaboração de ciclos de modelagem e III) possibilidades e desafios dos ciclos de modelagem para o letramento científico.

A etapa 1 consistiu na explanação do conteúdo envolvendo alguns ciclos de modelagem, exposição de exemplos de atividades que foram desenvolvidas na perspectiva da modelagem matemática, discussões sobre como o letramento científico é conceituado na BNCC e a possibilidade de ser potencializado a partir da elaboração de atividades em modelagem matemática.

A etapa 2 consistiu na elaboração em folhas de papel A4 de pré-projetos em modelagem matemática pelos participantes da oficina, devidamente mediados pelos integrantes do GEPEMM. Essa etapa contemplou cinco momentos, a saber:

- 1) Formação de grupo - os participantes foram divididos em pequenos grupos para elaboração da atividade, de maneira coletiva. Nesta etapa, observa-se efetiva parceria e trabalho colaborativo. Segundo Vygotsky (1989), um dos autores que destaca a relevância do trabalho coletivo, as atividades realizadas em grupo oferecem vantagens que não estão disponíveis em atividades individualizadas. Isso diz respeito ao aprendizado e aos processos de pensamentos do indivíduo que ocorrem mediante a relação com outras pessoas.
- 2) Escolha do tema - cada equipe discutiu sobre qual tema iriam desenvolver. A escolha do tema pode ser sugestão do professor ou do interesse do aluno; sobre o tema, Burak e Klüber (2010) indicam que sua escolha deve partir do interesse do aluno ou grupo de alunos, além disso, o professor enquanto mediador, poderá sugerir temas que possam despertar o interesse dos alunos envolvidos no processo. Os temas também podem ser os mais variados, sem a necessidade de estarem ligados diretamente à Matemática.
- 3) Questão de modelagem - nesse momento, cada equipe, a partir do tema, identificou algum problema para ser pesquisado; o levantamento de problemas, segundo Burak (2010, p.22) “[...] é ainda, uma ação cognitiva por excelência, porque é resultado de um encadeamento que promove a intuição e lógica”.

4) Pesquisas e investigações - as equipes, a partir dos recursos de tecnologias de informação e comunicação e outras fontes, coletaram dados quantitativos e qualitativos que pudessem auxiliar na solução do problema a partir da elaboração de um modelo matemático. Para Demo (1990), a visão da pesquisa no contexto dos interesses sociais é relevante e o ato de pesquisar é aprender em sentido criativo além de fazer parte do processo emancipatório do sujeito, construindo-o de forma crítica e capaz de questionar de forma criativa a realidade. A aprendizagem, por meio de pesquisas, investigações e, conseqüentemente, por meio da modelagem matemática facilita o processo de construção de um sujeito com atitudes próprias, capaz de argumentar e discutir questões sociais. Masseto (2001) acrescenta que

Nossos alunos precisarão aprender a iniciação à pesquisa e aos trabalhos científicos, a fazer investigação de caráter básico, a socializar esses conhecimentos, a desenvolver competências e atitudes que lhes permitam analisar e discutir criticamente a ciência e suas soluções para os problemas da humanidade como hoje se apresentam, e a tomar decisões com responsabilidade de profissionais competentes e cidadãos.” (Masetto, 2001, p. 84).

5) Discussão do modelo matemático - nesse último momento, as equipes discutiram os procedimentos utilizados na busca de soluções e sobre os conceitos científicos que surgiram ao longo do desenvolvimento da modelagem. Sobre isto, Burak (2010) argumenta sobre a necessidade de:

[...] discutir as ações decorrentes de uma constatação matemática ou não que resultou em um problema ou uma situação-problema, as conseqüências das decisões tomadas, as relações as repercussões em vários níveis dentre eles: o individual, familiar, comunitário, as relações possíveis sob diversos enfoques, constitui o ponto forte dessa prática educativa, mediada pela Modelagem. (BURAK, 2010, p.25).

A etapa 3 da oficina consistiu na discussão final sobre a utilização ou não da modelagem em sala de aula, além dos papéis dos professores e dos alunos no processo, sobre os conteúdos que podem ser abordados nesse contexto, além das fortalezas e desafios encontrados nas atividades de modelagem matemática. Os grupos foram convidados a partilhar entre si suas percepções antes, durante e depois das atividades propostas. A troca de experiências, nesse sentido, é fundamental, pois

todos tiveram a oportunidade de desenvolver algumas ideias para que pudessem iniciar um trabalho, ou mesmo prosseguir com suas práticas, tendo a Modelagem Matemática como estratégia possível de ser implementada.

4.4 Principais resultados

Concluída a Etapa 1, de embasamento teórico sobre a modelagem, iniciou-se a Etapa 2, com o desenvolvimento dos ciclos de modelagem. Foram gerados 5 ciclos de modelagem, descritos conforme registros coletados:

4.4.1 Ciclo 1

Fase do ciclo	Descrição
<i>Tema</i>	Horta Escolar
<i>Problema</i>	Qual o melhor adubo para o crescimento da planta?
<i>Pesquisa e investigação</i>	O crescimento da planta em função do tempo de uma hortaliça em três tipos de adubos diferentes.
<i>Discussão do modelo</i>	Descrever o modelo matemático que represente o crescimento de uma planta (curvas logísticas), comparar o modelo teórico do crescimento da planta com os modelos experimentais da horta; verificar qual adubo que favorece um crescimento próximo de uma curva logística teórica.

Quadro 9 – Ciclo sobre horta escolar (Fonte: autores, 2020).

Observa-se nesse primeiro ciclo que a equipe escolheu um tema que não está diretamente ligado à área de matemática, mas que, a partir dele, podem emergir alguns conceitos matemáticos que poderão ser trabalhados com os alunos. Além disso, de maneira adaptada ao nível de ensino, a temática poderá ser desenvolvida inclusive

nos anos iniciais do ensino fundamental. Percebe-se que o tema escolhido está ligado a uma atividade do cotidiano. O problema de pesquisa parte também de uma curiosidade em verificar qual o adubo mais eficiente que favorece o crescimento da planta em função do tempo. E, para responder ao questionamento, serão utilizados conceitos matemáticos por meio da utilização de “curvas logísticas” como sugerido no ciclo elaborado.

4.4.2 Ciclo 2

Fase do ciclo	Descrição
<i>Tema</i>	Como desenvolver a Matemática na Educação Infantil em Educação Física
<i>Problema</i>	Falta de profissionais de Educação Física na Educação Infantil nas escolas de Santarém
<i>Pesquisa e investigação</i>	Associar o ponto interdisciplinar que estão ligadas, através de uma pesquisa de campo, desenvolvendo dentro das atividades, a geometria, identificar as sequências numéricas, instigar a coordenação motora.
<i>Discussão do modelo</i>	Elaborar um questionário avaliativo de perguntas relacionadas as aulas de geometria e sequência numérica com as observações: 3 relacionadas a geometria (Quantas crianças assimilam as formas geométricas no espaço? Quantas conseguem identificar estas formas? Quantas sabem reconhecer as formas pelo nome?) e 2 relacionadas a sequencias numéricas (Quantos alunos sabem contar a sequência no básico de 1 à 10? Quantos assimilam o número através da imagem?). Com isso construir um gráfico para medir o nível de conhecimento dos temas avaliados.

Quadro 10 - Ciclo sobre matemática na educação Infantil em educação física (Fonte: autores, 2020).

No ciclo 2, a escolha do tema partiu de uma inquietação sobre como os conceitos matemáticos podem ser trabalhados em atividades de educação física na educação infantil. A equipe observou também como questão-problema um pequeno número de professores de educação física que atuam na educação infantil, o que reflete

a possível sobrecarga de funções atribuídas aos professores dos anos iniciais para suprir esta demanda. Percebe-se na elaboração deste ciclo a interdisciplinaridade, em que os conceitos matemáticos estão presentes em outras áreas do saber, como a educação física. Nesse sentido, a pesquisa e a investigação direcionam-se no sentido de verificar o ponto de interdisciplinaridade que envolve a matemática e a educação física e como solução para este questionamento serão coletadas informações sobre noções matemáticas a partir das atividades de educação física a serem desenvolvidas e, posteriormente, tabeladas para se analisar a solução encontrada a fim resolver o problema.

4.4.3 Ciclo 3

Fase do ciclo	Descrição
<i>Tema</i>	A variação de tamanho e peso entre as crianças.
<i>Problema</i>	Levar as crianças até o posto de saúde para aferir peso, altura, calcular IMC das crianças.
<i>Pesquisa e investigação</i>	Coleta de dados e abordar a questão de saúde, obesidade, alimentação.
<i>Discussão do modelo</i>	Gráficos para avaliar os resultados encontrados.

Quadro 11 – Ciclo sobre tamanho e peso das crianças (Fonte: autores, 2020).

No terceiro ciclo, o tema escolhido refere-se diretamente à área de matemática (relação entre grandezas) e, a partir dessas noções, surgiu o problema que vem de uma realidade próxima do grupo: questões relacionadas à saúde, obesidade, alimentação, qualidade de vida etc. A elaboração do modelo, para análise, partirá da aferição referente ao peso (massa corporal), altura e IMC (índice de massa corpórea) das crianças de uma determinada turma. Depois de tabulados os dados, serão analisados para se discutir o impacto que os maus hábitos alimentares poderão causar a longo prazo.

4.4.4 Ciclo 4

Fase do ciclo	Descrição
<i>Tema</i>	Lateralidade.
<i>Problema</i>	Noção de orientação espacial.
<i>Pesquisa e investigação</i>	De início, a pesquisa será feita através de uma atividade lúdica de musicalização que haverá elementos que identifiquem os membros do corpo (esquerda, direita). Após o desenvolvimento da atividade, será possível observar se os alunos possuem noções de orientação de lateralidade. Outros momentos que podem ser observados como uma atividade complementar a pesquisa são os momentos de banho, na hora de colocar os calçados nas crianças, pois é um momento propício para surgir questionamentos, buscando soluções para possíveis problemas.
<i>Discussão do modelo</i>	Os dados serão coletados diariamente, para se fazer uma tabela verificando o desenvolvimento da pesquisa.

Quadro 12 - Ciclo sobre lateralidade (Fonte: autores, 2020).

No quarto ciclo, o tema “Lateralidade” que foi escolhido pelo grupo também pode ser trabalhado de forma interdisciplinar com outras áreas como a geografia, artes etc. Na educação infantil, o professor por meio da observação poderá coletar dados sobre os conhecimentos prévios e ações que a criança já demonstra sobre o tema, o que norteará no desenvolvimento de atividades futuras. As etapas de modelagem também podem ser adaptadas e adequadas conforme o grupo participante.

4.4.5 Ciclo 5

Fase do ciclo	Descrição
<i>Tema</i>	Medidas de alturas inacessíveis.
<i>Problema</i>	Encontrar um modelo matemático para o cálculo da altura de uma árvore, um prédio ou poste, conhecendo a distância entre o observador e a base do objeto.
<i>Pesquisa e investigação</i>	O professor juntamente com os alunos escolhe o objeto a ser medido. Perguntas: como podemos calcular a altura desse objeto? Será que existe algum instrumento que fornece essa medida? Vocês conhecem o teodolito? Será que poderíamos construir um teodolito caseiro? Qual o objetivo de se utilizar o teodolito?
<i>Discussão do modelo</i>	Utilizar modelo matemático para encontrar a altura do objeto. Calcular o ângulo usando um aplicativo <i>Angle Meter</i> no teodolito caseiro. Formar um triângulo retângulo e montar relação trigonométrica no triângulo. Usar a tangente do ângulo no qual se tem a altura do observador e montar o esquema.

Quadro 13 - Ciclo sobre medidas de alturas inacessíveis (Fonte: autores, 2020).

No quinto ciclo, a equipe optou por desenvolver uma atividade de modelagem matemática para uma turma de ensino médio a partir de dados prévios a serem fornecidos pelo professor. A situação-problema sugerida foi: pensar se havia algum modelo matemático que pudesse ser utilizado para encontrar a altura de qualquer objeto, como uma árvore ou poste, possuindo como informação somente a distância do observador e da base do objeto. Os alunos são convidados a investigar e elaborar modelos matemáticos para se chegar a uma solução para a situação-problema. A equipe também inseriu em sua atividade o uso de um aplicativo para auxiliar os alunos no trabalho com os cálculos e medições.

4.5 Conclusões

A Modelagem Matemática, como uma metodologia de ensino, reflete e incorpora no processo de aprendizagem da matemática os avanços experimentados em todos os campos do conhecimento, além de favorecer o desenvolvimento do letramento científico com habilidades e competências necessários para a formação de alunos críticos, reflexivos, que compreendam a realidade e nela atuem. Nos ciclos de modelagem que foram desenvolvidos na oficina, percebe-se que o ensino e a pesquisa são indissociáveis, além da extensão dos conhecimentos produzidos no contexto acadêmico para o âmbito da sociedade.

A oficina foi de extrema relevância para a formação dos professores atuantes e professores em formação, pois possibilitou o conhecimento sobre essa tendência no ensino não só da matemática, mas de outras áreas que também envolvem conceitos matemáticos e uma possibilidade de inserção dessas concepções no trabalho pedagógico, visando a um ensino significativo para o aluno e, para o professor, uma estratégia eficaz para trabalhar com seus alunos.

No desenvolvimento dos ciclos, percebeu-se a diversidade de temas do cotidiano que podem ser trabalhados e evidenciados pela escolha de cada grupo para realizar as atividades e, além disso, as potencialidades que a modelagem matemática promove no ensino como a interação entre os participantes, as discussões no desenvolvimento do processo, as trocas de informações, o protagonismo do aluno nas tomadas de decisões e, principalmente, as contribuições teóricas que mediadas pelo professor auxiliam na construção do conhecimento de ambos.

Durante as atividades que foram desenvolvidas, os participantes tiveram a oportunidade de criar, refletir, investigar, questionar, discutir, entre outras ações que são potencializadas pela modelagem matemática e importantes para o desenvolvimento pessoal e interpessoal. Ao utilizar a modelagem em sala de aula, o

professor possibilita ao aluno o contato com um ambiente investigativo, ambiente este que favorece o letramento científico, permitindo a interpretação e compressão de conceitos matemáticos visualizados no seu dia a dia. Além disso, esta metodologia tira tanto o aluno quanto o professor da zona de conforto, visto que os alunos se tornam sujeitos responsáveis pelo seu próprio aprendizado, e o professor torna-se mediador de todo o processo ocorrido em sala e fora de sala.

Nestas condições, com entendimento da teoria, da relevância e da utilização de práticas de modelagem matemática visando o letramento científico, acredita-se que o professor será capaz de aproximar o conhecimento científico da realidade da sala de aula e do contexto social dos alunos.

Referências

ALMEIDA, L. W.; BRITO, D. S. O conceito de função em contexto de modelagem matemática. *ZETETIKÉ* - Cempem - FE - Unicamp - v.13 - n. 23 - jan./jun. 2005.

ALMEIDA, L. M. W; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. (2012). **Modelagem Matemática na educação básica**. São Paulo- SP: contexto.

BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática: Contribuições para o debate teórico**. In: Reunião Anual da ANPED, 24, 2001. Caxambu. Anais... Rio de Janeiro: ANPED, 2001.

BARBOSA, J. C. **Modelagem matemática e os futuros professores**. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25., 2002, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPED, 2002.

BARBOSA, J. C. As relações dos professores com a Modelagem Matemática. In: **ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, 8, 2004, Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2004.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

- BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. 3.^a ed. São Paulo: Contexto, 2009.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 127 p., 2005.
- BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino aprendizagem**. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação Universidade Estadual de Campinas, 1992.
- BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar da educação matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. 2010. In: **Revista de Modelagem na Educação Matemática**, v. 1 n. 1, p.10 – 26.
- BURAK, D.; KLÜBER, T. E. **Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas**. Revista Educação Matemática em Pesquisa. São Paulo, v.10, n.1, p.17-34, 2008.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2015. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- CHAVES, M.I.A.; ESPÍRITO SANTO, A. O. De que precisa o professor para usar Modelagem Matemática em ações docentes? In: **VI Encontro Paraense de Educação Matemática**, 2008, Belém. Anais do VI Encontro Paraense de Educação Matemática. Belém: SBEM/PA: 2008b.
- DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 9^a ed. São Paulo: Cortez, 1990.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.
- HARGREAVES, A. **Aprendendo a mudar: o ensino para além dos conteúdos e da padronização**. Porto Alegre: Artmed, 2002. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3253139/mod_resource/content/0/Aula%2012%20-%20Texto%201.pdf. Acesso em: 21 de jan. 2020.
- LORENZATO, Sérgio. **Para aprender matemática**. Campinas: Autores Associados, 2010.
- MOREIRA, F. M. B. **A modelagem matemática como possibilidade para o ensino e aprendizagem da matemática**. In: VII Congresso Internacional de Ensino da Matemática – Ulbra, Canoas, 2017

OLIVEIRA, A. M. P; BARBOSA, J. C. A primeira experiência de Modelagem Matemática e a tensão do “próximo passo”. In: **ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, 9., 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBEM, 2007a.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. In: **Revista Brasileira de Educação** v. 12 n. 36 set./dez. 2007

SILVEIRA, J.C.; RIBAS, J.L.D. **Discussões sobre modelagem matemática e o ensino-aprendizagem**. 2004. Disponível em:
<http://www.somatematica.com.br/artigos/a8/p2.php>. Acesso em: 21 jan. 2020.

SOUZA, E. S. R.; ROZAL, E. F. Instrução por modelagem de David Hestenes: uma proposta de ciclo de modelagem temática e discussões sobre alfabetização científica. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v.12, n.24, p.99-115, 2016.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1989

5

Modelagem matemática e a educação para surdos

Gisele Santos de Jesus.¹⁵

Aurinívia Lopes Souto Maior¹⁶

¹⁵ E-mail: giselejesusdesantos@gmail.com.

¹⁶ E-mail: nivasoutomaior@hotmail.com.

5.1 Introdução

Modelagem matemática é um tema gerador de novas maneiras de se trabalhar matemática, sendo que facilita a aprendizagem do aluno, pois envolve a realidade e as diversidades de cada um, sem tirar o foco da matemática. Diante disso, o objetivo deste é compreender como a modelagem matemática pode desenvolver o aprendizado dos surdos, pois Pinto (2013) discorre “Trabalhar com a educação especial, não deixa de ser um grande desafio, principalmente no contexto educacional, onde falta de materiais didáticos, específicos, muitas vezes inviabiliza o desenvolvimento de projetos.” (p. 25).

Assim, havendo uma dificuldade dos surdos em aprender matemática, seria o ideal o uso da modelagem matemática em sala de aula para que não apenas os alunos surdos, mas que os ouvintes possam entender facilmente a matemática. Portanto, como refletem Espirito Santo, Furtado e Souza (2017), “Os métodos de ensino de disciplinas matemáticas tendem a apresentar o produto final do pensamento matemático em vez dos processos do pensamento matemático necessários ao desenvolvimento de conceitos” (p. 17), então tendo em vista um pensamento além da sala de aula, partindo para a realidade cotidiana.

Enquanto método de ensino de matemática, o jogo também é uma maneira de aprendizado, portanto ao se trabalhar modelagem podemos encaixar os jogos para o desenvolvimento do pensamento do aluno surdo, pelo fato de associar com mais eficácia o assunto, então Pinto (2013) profere que

Os jogos são situações que fazem o educando aprender de maneira prazerosa e satisfatória, pois, o aluno aprende brincando e é por isso que não pode perder de vista o lúdico, porque assim a aula se torna mais interessante e ainda desperta interesse (p. 36).

Entretanto, é importante que a maneira como a aula é proposta e conduzida para os alunos surdos e os demais, sejam trabalhadas com diversas metodologias, para que estes estejam e se sintam incluídos no contexto da sociedade, pois sala de aula forma e transforma a mesma.

A inclusão do surdo ainda é um tema de grande debate, porque não basta apenas incluí-lo, mas fazê-lo se sentir incluído, portanto ainda é um desafio na contribuição da educação, pelo fato de ser outra língua, e que deveria ser aprendida nas escolas, assim implementada e reconhecida pela Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, dizendo que: “Art. 1º É reconhecida como meio legal de comunicação e expressão a Língua Brasileira de Sinais - Libras e outros recursos de expressão a ela associados. Parágrafo único. Entende-se como Língua Brasileira de Sinais - Libras a forma de comunicação e expressão, em que o sistema linguístico de natureza visual-motora, com estrutura gramatical própria, constituem um sistema linguístico de transmissão de ideias e fatos, oriundos de comunidades de pessoas surdas do Brasil.”, portanto é a língua materna da comunidade surda, a Língua Brasileira de Sinais (Libras).

Pinto (2013):

Para que possa contribuir para a Evolução desta Educação, é necessária que se aprenda Língua de sinais. Dessa forma, está compartilhando do mundo do surdo, o mundo do silêncio. Silêncio que expressa sentimentos, emoções, desejo, sonhos, vontade de vencer (p. 37).

Então é de importância que se trabalhe com a modelagem matemática, pois não desenvolve apenas a matemática, mas a autenticidade, a coletividade dos alunos em sala de aula.

5.2 Metodologia

Tendo em vista uma pesquisa qualitativa, foram feitos através de levantamento bibliográfico análise em 4 artigos sobre o tema, identificando e comparando os objetivos, as metodologias, as justificativas e os resultados, para compreender como a modelagem matemática pode desenvolver o aprendizado dos surdos.

5.3 Resultados e análises

Através do quadro podemos demonstrar como a matemática está sendo desenvolvida com os surdos. Ao apresentarmos as convergências e as divergências, ordenaremos os artigos por: 1, 2, 3, 4, no qual fique entendível a análise.

Título	Objetivo	Justificativa	Fundamentação teórica principal	Metodologia	Resultados
T1) <i>Modelagem matemática na educação matemática com estudantes surdos.</i>	Verificar as potencialidades da modelagem matemática com os estudantes surdos.	A importância da matemática e suas relações com o cotidiano, valorizando a interdisciplinaridade e contextualização, incluindo e oportunizando	Ribas e Martins (2018).	Obtenção de dados descritivos, encontros presenciais e atividades desenvolvidas.	Ficou evidente o envolvimento e interesse dos estudantes quando podem relacionar a matemática com seu dia-a-dia, dia, a modelagem matemática

		o a construção do conhecimento para todos os estudantes.			permitiu que estes fossem sujeitos da sua própria aprendizagem.
<i>T2) O processo de ensino e aprendizagem de matemática para alunos surdos.</i>	Investigar as intervenções didático-pedagógicas na Educação Básica para o ensino de matemática a alunos surdos.	Entender a educação especial, tendo a atenção a educação de surdos, no entendimento de que esses sujeitos não possuem problemas cognitivos, mas que sua relação com o processo de ensino e aprendizagem	Dessbrel, Silva e Shimazaki (2018).	Revisão sistemática, norteadas por sete etapas: construção do protocolo, definição da pergunta, busca dos estudos, seleção dos estudos, avaliação crítica, coleta dos dados e síntese dos dados.	A inclusão dos alunos surdos em sala de aula, ou a constituição de escolas bilíngues, passa por muitas questões ainda a serem superadas, abrindo um campo rico e importante para os pesquisadores, que desejam estar envolvidos com o fortalecimento de uma sociedade inclusiva.
<i>T3) O ensino de matemática para alunos surdos.</i>	Analisar o ensino de Matemática para alunos surdos, articulando a educação matemática inclusiva aos preceitos	Acreditar que cada um de nós pode transformar a nossa própria realidade e a realidade daqueles que nos rodeiam, tendo a certeza que podemos fazer a diferença no grupo em que	Moreira (2016).	Análise de seminário, através de questionamentos levantados	Não se aplicam apenas à inclusão em aulas de matemática. Podem ser estendidas a todas as disciplinas, à escola e à comunidade, que partilham de saberes que refletem o

	dos estudos culturais dos surdos.	estamos inseridos.			processo histórico
<i>T4) Uma perspectiva etnomatemática para o processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos.</i>	Investigar a educação matemática inclusiva para alunos surdos sob uma perspectiva etnomatemática para o processo de ensino e aprendizagem em matemática.	Por existir a necessidade de se conhecer as especificidades dos alunos surdos, bem como verificar as nomenclaturas e terminologias apropriadas ao referir-se às pessoas com surdez ou com deficiência auditiva.	Pinheiro e Rosa (2016).	Estudos teóricos, conceitos e nomenclaturas adequadas para a identificação das pessoas com surdez.	É possível estabelecer uma aproximação da cultura surda com a etnomatemática, para que se possa destacar a importância de um currículo escolar que centralize a importância da língua de sinais para os membros desse grupo cultural.

Quadro 14-Trabalhos analisados (Fonte: Autores, 2020).

Analisando os objetivos expostos neste quadro podemos perceber que T3 e T4 discutem sobre o contexto cultural da sociedade, mostra que não é apenas a escola sendo meio de inclusão social, mas a família e a comunidade fazem parte da inclusão dos surdos, pois é através desta que os surdos podem se sentir parte da sociedade. T2 busca a didática do professor para que a aula seja prática, facilitando a aprendizagem do educando, pois ao envolver matemática os surdos têm certa dificuldade, então a modelagem matemática pode prover ao aluno o entendimento do assunto de uma perspectiva diferente (do seu jeito). Diferentemente dos citados acima, T1 buscou extrair dos alunos surdos as potencialidades para ver o quanto eles são capazes de fazer o mesmo que os alunos ouvintes, porque a surdez não afeta seu desenvolvimento cognitivo.

Ao discorrer da justificativa, o intuito dos artigos analisados é buscar a inclusão dos surdos na sociedade, sendo que o meio social é quem deveria estar incluído na comunidade surda. Mas apesar disso, há uma diferença no qual T1 busca associar a matemática com a realidade, para que os alunos surdos tenham uma aprendizagem com o meio, já o T2 objetivou entender a Educação Especial, porque os surdos não têm uma deficiência cognitiva e sim auditiva. O T3 reflete que nós como sociedade podemos mudar a realidade da exclusão dos alunos surdos, e assim podemos inseri-los no meio social. O T4 fala que devemos conhecer a especificidades dos surdos, como eles fazem as nomenclaturas dos sinais e que através disso podemos compreender os surdos.

Ao analisar a metodologia dos artigos apresentados, percebemos que os procedimentos são bastante distintos; pois o T1 estudou, por de aplicação de atividades, os dados descritivos e a visão de cada surdo entrevistado. Entretanto, o T2 teve uma revisão bibliográfica e trabalhou com 7 etapas para analisar. O T3 se deu por meio da análise do seminário e organizou os questionamentos levantados. E o T4 estudou conceitos teóricos e sinais os quais são as nomenclaturas registradas pelos surdos ou por intermédio do ouvinte.

Percebe-se que há semelhanças entre os artigos T1, T2 e T3, no qual o contexto é trazer a realidade para o aprendizado do aluno em matemática, na contribuição da interação não só na matéria de matemática, mas em outras disciplinas, para que o aluno possa socializar com os demais. O artigo T4 discorre sobre o currículo escolar e o ensino da matemática com os devidos sinais em Libras visando uma aproximação com a cultura surda. Entretanto, ainda vemos um grau de dificuldade em ensinar matemática para os surdos, porque a insuficiência de recurso, de metodologia e de inclusão por parte do governo e da sociedade os afeta tornando a aprendizagem dessociável.

5.4 Considerações finais

Nessa caminhada, buscamos compreender como a modelagem matemática pode desenvolver o aprendizado dos surdos. Percebemos então que a educação para os surdos ainda está em processo de desenvolvimento, a inclusão dos surdos na educação deve fazer com que eles tenham acesso efetivo aos conteúdos de aprendizagem. Então apresentamos uma metodologia, a modelagem matemática, que tem como objetivo mostrar por meio do estudo de problemas da realidade, que o educando pode aprender matemática com a presença do cotidiano em sala de aula, ainda que em certos momentos a matemática tradicional apareça. Assim a modelagem matemática pode trazer o conforto para os educadores e educandos, para que eles confiem em sua potencialidade.

Referências

DESSBESEL, Renata da Silva; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SHIMAZAKI, Elsa Midori. O processo de ensino e aprendizagem de Matemática para alunos surdos: uma revisão sistemática. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 24, n. 2, p. 481-500, 2018.

MOREIRA, Geraldo Eustáquio. O ensino de matemática para alunos surdos: dentro e fora do texto em contexto. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v.18, n.2, pp.741-757, 2016.

PINHEIRO, Rodrigo Carlos; ROSA, Milton. Uma Perspectiva Etnomatemática para o Processo de Ensino e Aprendizagem de Alunos Surdos. **RPEM**, Campo Mourão, Pr, v.5, n.9, p.56-83, jul.-dez. 2016.

PINTO, Mariê Augusta de Souza. **Minha Tabuada em Libras**. 4º ed. Ampliada e atualizada, p. 1-182, Manaus, 2013.

RIBAS, Márcia Cristina; MARTINS, Marcio André. Modelagem Matemática na Educação Matemática com Estudantes Surdos: Resultados Iniciais de um Estudo de Caso. In: Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática, 7. Cascavel, **Anais...** Cascavel: VIII EPMEM, 2018.

ESPÍRITO SANTO, A. O; FURTADO, A. B; SOUZA, E. S R. **Modelagem na Educação Matemática e Científica: Práticas e Análises** (org.). p. 1-163, Belém; 2017.

6

Modelagem matemática e educação infantil: discussões teóricas iniciais

Ádria Pantoja Soares da Silva¹⁷

José Ricardo e Souza Mafra¹⁸

¹⁷ Discente na Universidade Federal do Oeste do Pará. E-mail: adriapantojastm@gmail.com.

¹⁸ Docente na Universidade Federal do Oeste do Pará. E-mail: jose.mafra@ufopa.edu.br.

6.1 Introdução

Diante do quadro educacional que estamos vivenciando, é importante que os professores e as professoras estejam constantemente em busca de conhecimentos, pois o mundo habitua-se em constantes transformações. Ensinar matemática requer uma participação, tanto dos professores como dos pais, porque se cria um vínculo com a criança, fazendo com o que ela faça parte de um grupo social. Quaresma (2015, p.4) afirma que, “A matemática assim é percebida como construção humana, que não resulta somente de aporte teórico, de dados do mundo físico, isolado do contexto cultural dos homens concretos, mas que ajuda a exercer a cidadania de forma crítica e ética”.

Ensinar requer uma atenção redobrada, pois não é fácil; requer empenho, uma participação e interação entre o meio social. A matemática é importante para desvendarmos os mistérios da vida e tentarmos resolver os problemas do nosso cotidiano. É na Educação Infantil, que devemos estimular a curiosidade das crianças, para o ensino da matemática, pois ali estão aflorando suas funções psíquicas superiores que nos diferenciam dos animais, como o ato de pensar, de contar, e o seu desenvolvimento tanto moral e intelectual. Nesse sentido, as creches e pré-escolas são fundamentais para assegurar os direitos das crianças, para que sejam respeitadas como agentes culturais e históricos.

Assim, ensinar matemática não é só aprender tabuada, copiar números, mas sim possibilitar a construção de sujeitos autônomos e críticos para que consigam situar-se no espaço e tempo, para que consigam inferir e perceber-se como um agente social. Cabe ao professor esse estímulo, em vez não trabalhar na educação infantil com atividades de escolarização, o professor pode usar jogos, brincadeiras e participações dos sujeitos, pois as crianças não podem ser tratadas como robôs que aprendem somente de uma forma mecanizada.

Com base nestas considerações iniciais, o objetivo deste artigo é o de realizar uma discussão teórica e inicial sobre a importância da modelagem matemática no contexto da educação infantil e mostrar de que forma ela pode estar atrelada a organização das salas de atividades e o papel do professor enquanto um profissional que trabalha dentro dessa proposta.

A partir de um levantamento bibliográfico, como um princípio metodológico assumido neste artigo, discutimos alguns aspectos relacionados com autores que tratam da perspectiva da modelagem matemática na educação infantil e elementos da teoria histórico cultural como fonte de pressupostos teóricos para se pensar aspectos de sustentação e suporte ao trabalho envolvendo o ensino de conceitos matemáticos em níveis elementares da educação infantil.

6.2 A perspectiva da modelagem matemática na educação infantil

A modelagem matemática geralmente trata problemas e soluções que levem a um modelo matemático. Segundo Silva (2013), em se tratando da educação infantil, a concepção de um modelo matemático é crucial para a ordenação necessária de trabalho neste nível de ensino visando a sua incorporação na sala de atividades, como uma estratégia de ensino, possibilitando assim a geração de uma articulação de conhecimentos. Este encaminhamento pode promover uma interação entre crianças com o ambiente de trabalho de maneira significativa, a partir de assuntos presentes na realidade das crianças, pois desde que nascem já estão imersas com o mundo rodeado de matemática, e com contatos com os números, sendo assim ao chegarem às instituições de Educação Infantil, creches ou pré-escola, já se tem um conhecimento prévio advindo de sua cultura, algo que deve ser respeitado e valorizado pois,

Desde que nasce a criança se insere numa sociedade da qual números fazem parte, tem contato com a matemática, como também outras áreas do conhecimento, que fazem parte de seu universo mesmo antes de frequentar uma instituição de Educação Infantil. (GASTALDI, 2012, p, 177).

Desse modo, as expressões dos conhecimentos matemáticos das crianças surgem através de experiências vivenciadas por elas, e para que possam ser desenvolvidas e potencializadas na educação infantil visando um despertar de interesses, a partir de atividades instigantes, inovadoras e ricas partindo do espaço que elas estão vivenciando, pode ser a sala, e ou terreno da instituição onde elas têm contato direto, desde sua entrada até a saída, que é uma ferramenta educacional, imprescindível para os professores e professoras desenvolverem os potenciais das crianças. As atividades são internalizadas conforme o interesse das crianças e são concretizadas quando são externadas, quando ela aprende e adquire um novo conhecimento.

De acordo com o Referencial Curricular Nacional para Educação Infantil (RCNEI) (BRASIL, 2017), através da manipulação de objetos as crianças desenvolvem o raciocínio abstrato, podendo ser mobilizados através do uso de jogos, aprendendo assim conceitos de matemática brincando, a partir de critérios e atividades devidamente estabelecidas na educação infantil. A inserção da modelagem matemática pode acontecer de maneira interdisciplinar, através da exploração de ambientes, da participação efetiva das crianças na organização da sala de atividades, mostrando a elas o mundo, partindo da sua cultura.

A interação durante o brincar caracteriza o cotidiano da infância, trazendo consigo muitas aprendizagens e potenciais para o desenvolvimento integral das crianças. Ao observar as interações e brincadeiras entre as crianças e delas com os adultos, é possível identificar, por exemplo, a expressão dos afetos, a mediação das frustrações, a resolução de conflitos e a regulação das emoções. (BRASIL, 2017, p. 37).

Para que haja a inserção da modelagem no contexto de educação infantil, é necessário estar atento a critérios minuciosos, que fazem trabalho juntamente com as especificidades da educação infantil, esses critérios devem estar voltados para as condições das atividades e das respectivas brincadeiras. Segundo (MARCONDES e

SILVA, 2019), as crianças desenvolvem seus pensamentos matemáticos de uma relação com o cotidiano e de práticas de ludicidade, brincadeiras e interação, e são fundamentais à criança e à infância; lembrando sempre da intencionalidade que deve ser feita, pois é preciso entender o papel do educador, por isso a contribuição deste trabalho, para que se possa haver uma concepção e compreensão com base nessa proposta. Parte dessa discussão tem como ponto inicial uma ideia que está em torno da criança como centro do processo de ensino aprendizagem, focando os desejos, a cultura e cotidiano que as crianças estão inseridas.

Estas características, podem permitir um aprendizado significativo, de forma a acompanhar um processo de apropriação de conhecimentos que é feita a partir de uma dinâmica de trabalho dentro da educação infantil, onde a criança explora materiais, tem experiências e vivências que levem em consideração os desejos delas, de forma a propiciar atividades tendo como prioridade a escuta docente. Nesse sentido, a escuta deve ser presente cotidianamente e que podem ser feitas através de rodas de conversas, ou no decorrer das atividades, havendo atenção aos gestos e às falas. Costa e Mello (2017) afirmam que:

A escuta docente é essencial nesse processo para conhecer as crianças da turma: com quem vivem, o que fazem em casa, o que gostam de fazer, com quem brincam, do que gostam de brincar, se frequentaram a escola antes, se gostaram, o que esperam encontrar na escola, o que costumam fazer nos finais de semana. (COSTA e MELLO, 2017, p. 4).

Através da conversa do educador com as crianças são criados elos de companheirismo e afetivos sendo que esses momentos corroboram para várias possibilidades de demonstração de seus anseios e desejos, expressando suas experiências vividas no seu dia a dia, para as crianças pequenas o professor ou professora da educação infantil, se torna o adulto de referência, que cuida e educa, por isso é importante ouvir as crianças e suas demandas, para que elas sintam-se ainda mais importantes quando são protagonistas da sua própria aprendizagem.

6.3 Uma perspectiva teórica para os estudos sobre a modelagem no ensino

Destaca-se a importância da Teoria Histórico Cultural que é uma teoria da área da psicologia que busca a compreensão da formação humana e que nos possibilita entender nosso papel enquanto educadores, não como mediadores, mas sim como organizadores do processo de ensino-aprendizagem, pois é um princípio norteador desta teoria, que pode estar presente sendo trabalhada atrelada à modelagem matemática, que acontece de forma natural e/ou intencional por parte do planejamento do educador.

A matemática está presente no cotidiano das crianças, em que elas aprendem brincando, imaginando, desenhando, fazendo modelagem matemática por meio de desejos, de rabiscos; fazendo comparações com o mundo real, ao desenharem uma bola, linhas retas, despertando a criatividade, fazendo arte.

As crianças de fato fazem arte ao bagunçarem o mundo imagético das formas convencionais, promovendo a desordem lógica no mundo adulto, por meio de borrões, fileiras de círculos raiados, manchas, pessoas voando. Nesse espaço lúdico plástico, gatos e pássaros convivem amigavelmente na mesma superfície, na imaginação e na memória afetiva (CUNHA, 2014, p.13).

Podemos compreender o quão importante a presença da arte na educação infantil, em que proporciona um universo de experiências por meio da projeção da imaginação no papel, conforme Cunha (2014, p. 17) quando afirma que: “Desvelar as imagens de cada criança antecede à ação do registro, são diálogos sutis, sensíveis e anteriores que devem acontecer entre professor e criança antes das realizações gráfico – plásticas”. Esta afirmação nos leva a compreender que como educadores devemos nos atentar na questão de conversar com a criança sobre a arte que ela fez e instigá-las a ver, a imaginar e a se inspirar antes de elaborar seu desenho possibilitando, assim, que seu repertório de imaginação possa ser ampliado.

Dentro da educação infantil precisamos compreender que as crianças aprendem brincando e que os cuidados que são necessários com as crianças, são indissociáveis do educar, pois se aprende brincando e cuidando e mediante essas propostas precisamos lembrar que as crianças, ao brincarem, mostram experiências da vida delas, brincando de faz de conta, de brincadeiras de papeis, de casinha, de vendinhas, e por meio dessas propostas encontramos a modelagem matemática, “[...] a partir da brincadeira, a criança constrói sua experiência de se relacionar com o mundo de maneira ativa, vivencia experiências de tomadas de decisões” (QUEIROZ, 2006, p.170).

Para que haja um trabalho do educador, onde a criança seja o centro do processo, estando atentos às necessidades específicas de cada uma delas e promovendo o desenvolvimento social, é preciso conhecer as crianças e suas famílias, escutando-as e, posteriormente, planejando em virtude desta sondagem.

A escuta e observação da própria criança ou dos pais, mães e responsáveis, no caso das pequenininhas, preenche essa necessidade de conhecimento. Esse processo começa com nosso planejamento da chegada e acolhida da criança no início do ano e continua com a acolhida diária para a adaptação da criança e das famílias – que deve contemplar o conhecimento da escola da infância pela criança e pelas famílias e o conhecimento das pessoas que trabalham na escola (COSTA e MELLO, 2017, p. 4).

A pedagogia da modelagem matemática vai ao encontro de orientações que estão presentes nos parâmetros curriculares nacionais, através da proposta de propiciar um ambiente de ensino que trabalha problemas do mundo real (SOUZA e ESPÍRITO SANTO, 2017), onde o educador deve organizar o espaço propício para essa interação, onde as crianças podem fazer parte da organização para que não passe somente de cartazes e enfeites colados na parede. Como educadores, devemos ter atenção com o ambiente onde realizaremos as atividades, havendo cuidado e respeito com as necessidades e desejos das crianças.

Se o trabalho da professora e do professor estiver voltado para o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, o seu planejamento buscará criar condições para desenvolvê-las. Ao passo que, se o trabalho estiver voltado apenas ao atendimento das crianças em suas necessidades iniciais, o planejamento contemplará apenas aquilo que a criança já conhece, não faz avançar seu desenvolvimento, não cria novas necessidades promotoras de desenvolvimento. (COSTA e MELLO, 2017, p.13).

Podemos perceber a importância de pensar o ambiente e sua organização, haja vista que o trabalho estando voltado para o desenvolvimento da criança em gerar autonomia e pensamentos críticos, fazendo com que as crianças aprendam em grupo, fazendo com que a ideia compartilhada de alguma criança possibilite uma nova ideia individual de outra criança, sendo provenientes através de atividades devidamente planejadas para atender esses critérios minuciosos que evidentemente promovam essas relações de aprendizagem.

Ao se trabalhar com conhecimentos matemáticos, como com o sistema de numeração, medidas, espaço e formas etc., por meio da resolução de problemas, as crianças poderão desenvolver sua capacidade de generalizar, analisar, sintetizar, inferir, formular hipótese, deduzir, refletir e argumentar." (MONTEIRO, 2010, p, 4).

Com isso, é possível ver a importância do trabalho com os conhecimentos matemáticos, que despertam nas crianças a curiosidade para olhar o mundo de maneira diferente, havendo criticidade nesse olhar, desenvolvendo o interesse por resoluções de problemas dentro da sala de atividades, mas esses interesses também podem e devem romper os muros das escolas e das creches, fazendo com que sejam em torno da comunidade, formando desde o princípio, cidadãos éticos e críticos que no futuro saibam se posicionar.

6.4 Considerações finais

A discussão inicial apresentada neste artigo versa sobre reflexões e inferências sobre a importância da modelagem matemática no contexto da educação infantil e de que forma ela pode ser articulada com outros pressupostos teóricos, nesse caso, a Teoria Histórico Cultural, de forma a apresentar uma perspectiva de trabalho operacional e fundamentada em elementos de estudos e teorias que possam dar significado ao trabalho do professor. Especialmente, em se tratando de um nível de ensino bastante elementar é importante apresentar a perspectiva de discussão apontada nestes escritos de forma a entender e compreender a organização da sala de atividades e a produção de cenários de aprendizagens que apresentem esta articulação através do papel do professor enquanto um profissional que trabalha dentro dessa perspectiva.

Nesse sentido, experiências de ensino podem trazer uma relevância significativa, em se tratando de reduzir as limitações e as dificuldades que nossos alunos apresentam em relação às aprendizagens matemáticas. Assim, o trabalho envolvendo a modelagem matemática e o ensino de conceitos matemáticos abstratos, na educação infantil, se torna um componente desafiador, em se tratando de operacionalizar etapas e procedimentos metodológicos de ensino, voltados para este nível. Assim, a efetivação de metodologias alternativas para o ensino da matemática combinadas com os pressupostos da Teoria Histórico Cultural pode apresentar contribuições significativas para a ampliação do espectro representativo de imagens e símbolos associados a abstração matemática, desde que devidamente desenvolvida em um nível de formação cognitivo ainda em construção pela criança.

O grande desafio, então, é apresentar ações e propostas de ensinar, em investigações centradas em uma proposta de implementação via modelagem, a partir do entendimento de ser (no caso, a criança) como uma construção social e histórica, que produz conhecimento e tem o seu lugar no contexto social e cultural.

Nessa perspectiva, espera-se desenvolver possíveis cenários e estratégias de ensino que possam ser utilizadas pelos professores de educação infantil para o ensino da matemática, a partir da modelagem matemática, como um vetor de formação e incremento de conhecimento, para as suas práticas sociais.

Espera-se, com pesquisas futuras a serem realizadas pelos autores, projetar atividades a serem desenvolvidas, contribuindo assim para dar significado a várias questões tidas como abstratas pelas crianças ou até mesmo aquelas que eles não conseguem visualizar, em um primeiro momento, por conta da conexão necessária com a natureza e a sua realidade, objetivando assim, estabelecer relações entre aspectos da sua vida cotidiana e uma compreensão maior para com os conhecimentos matemáticos.

Através deste encaminhamento, espera-se impulsionar as potencialidades visando os conhecimentos que as crianças trazem para dentro do contexto das creches e instituições, e o quanto este conhecimento é relevante para pensar e discutir o ser social e cultural, característica importante para o desenvolvimento de uma criança. Assim, espera-se contribuir para seu crescimento e significado de seu papel na sociedade, possibilitando a construção de sujeitos históricos e sociais.

Referências

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação/Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional para Educação Infantil** – Conhecimento de Mundo. Brasília: MEC/SEF, 1997. v. 3.

COSTA, Sinara Almeida. MELLO, Suely Amaral (Org.) **Teoria Histórico-Cultural na Educação Infantil**: conversando com professoras e professores. 1ªed. Curitiba, PR: CRV, 2017.

CUNHA, Susana Rangel (org). Dulcimarta Lemos Lino (et al). **As artes no universo infantil**. 3 ed. Porto Alegre: ed mediação, 2014.

GASTALDI, Eliana Maria. Matemática na Educação Infantil: transformando o bicho de sete cabeças em experiências e possibilidades de compreender o mundo e criar soluções para uma vida. In: COUTINHO, Angela Scalabrin, DAY, Giseli, WIGGERS, Verena. (Orgs.). **Práticas Pedagógicas na Educação Infantil**: diálogos possíveis a partir da formação profissional. São Leopoldo: Oikos; Nova Petrópolis: Nova Harmonia, 2012.

MARCONDES, Celenita Ferreira; SILVA, Valtielen da. Modelagem Matemática: Considerações a partir de uma prática educativa com crianças de 3 a 4 anos. **Revista da sociedade brasileira de educação matemática**, São Paulo

MONTEIRO, Priscila. **As crianças e o conhecimento matemático**: experiências de exploração e ampliação de conceitos e relações matemáticas. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2010-pdf/7160-2-8-criancas-conhecimento-priscila-monteiro/file>. Acesso em: 30 de abril de 2019.

QUEIROZ, Norma Lucia Neris et al. **Brincadeira e desenvolvimento infantil**: um olhar sociocultural construtivista. Universidade de Brasília, Paidéia, 2006.

ESPÍRITO SANTO, Adilson Oliveria, FURTADO, Alfredo Braga, SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho (org.). **Modelagem na educação matemática e científica**: práticas e análises. Belém, Açaí, 2017.

SILVA, Patrícia Fernanda da. **Modelagem Matemática na Educação Infantil**: Uma estratégia de ensino com crianças de faixa etária de 4 a 5 anos. Dissertação submetida ao programa de pós graduação stricto sensu, mestrado em ensino de ciências exatas, Centro Universitário Unidade Integrada do Vale do Taquari. Lajeado, Rio Grande do Sul. P 172, 2013.

7

Modelagem matemática e tecnologias educacionais

Manoel Bruno Campelo da Silva¹⁹

Francisco Robson Alves da Silva²⁰

¹⁹ Licenciado em Matemática, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (2015). Mestrando em Educação pela Universidade Federal do Oeste do Pará. E-mail: brunocampel@hotmail.com

²⁰ Docente do Instituto Federal do Pará, Campus de Óbidos. Mestre em Computação Aplicada (2009/UFGA). E-mail: francisco.robson@ifpa.edu.br.

7.1 Introdução

O ensino de matemática ao longo dos anos tem passado por constantes mudanças, na tentativa de consolidar estratégias de ensino que contribuam efetivamente para a melhoria de qualidade no ensino ofertado e, conseqüentemente, o alcance dos objetivos de aprendizagem para os alunos. Ao longo da história da matemática verifica-se que o estudo deste campo da ciência era privilégio de poucos selecionados, teoricamente com aptidões para as ciências exatas. Essa concepção se perpetuou por longos anos e, por consequência, criou-se uma cultura de que a matemática era seletiva e que havia pessoas incapazes de aprender conceitos matemáticos, operações e raciocínio lógico suficientemente necessários para aplicação no cotidiano.

Com isso, houve a necessidade de rompimento com esse paradigma, o qual é definido por Skovsmose (2008) como paradigma do exercício, no qual o ensino de matemática acontece através da exposição oral e resolução de exercícios. Assim, criou-se a educação matemática para tentar incrementar possibilidades ao ensino de matemática que não diminua a importância do saber do matemático profissional, contudo, considere relevante agregar valor ao ensino da disciplina, com adoção de estratégias pedagógicas diferenciadas do ensino tradicional e que coloquem o aluno na condição de sujeito ativo em seu processo de aprendizagem.

Neste sentido, dentre as estratégias possíveis de serem trabalhadas no ensino de matemática, a modelagem matemática se apresenta como estratégia capaz de proporcionar ao processo de ensino e aprendizagem um ambiente favorável à construção coletiva de saberes e busca de resolução de problemas com foco prioritário no contexto dos alunos, de modo que o professor tenha papel fundamental na organização e mediação das atividades a serem realizadas pelos alunos.

Para Bassanezi (2002, p.24),

Modelagem matemática é um processo dinâmico utilizado para obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.

Assim, no curso do processo de modelagem matemática, trabalhando na perspectiva de compreensão e/ou transformação da realidade em questão, conforme aponta este autor, defendemos a possibilidade de agregar recursos tecnológicos para o desenvolvimento dos procedimentos conforme conveniência das atividades, de modo que estes recursos potencializem as ações de modelagem vislumbrando o alcance das metas para o trabalho, no caso, o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem.

Com relação ao incremento das tecnologias no processo de modelagem, pesquisadores como Borba e Penteado (2001) têm desenvolvido pesquisas com *softwares* como calculadoras gráficas que podem construir planilhas, executar cálculos de funções, gerar gráficos, aplicativos que podem trabalhar com conteúdos de geometria, entre outras possibilidades. Assim, estes autores acreditam que a integração de tecnologias no trabalho com modelagem pode implicar na elevação do potencial tanto da estratégia em si, quanto da utilização do recurso, tendo em vista a possibilidade de manipulação dos dados de forma dinâmica e a visualização de suas mais diversas representações (gráficas, algébricas, tabulares e de movimento).

Assim, pretendemos com este trabalho apresentar algumas concepções acerca da modelagem matemática e das tecnologias educacionais como potencializadoras do processo de modelagem matemática e, além disso, apontar algumas iniciativas que têm sido desenvolvidas nesta perspectiva.

7.2 Referencial teórico

A matemática ensinada nas escolas foi rotulada por muito tempo como “difícil de aprender”, “abstrata”, “sem aplicabilidade”, dentre outras afirmações que, de certo modo, se apoiam nos modelos de ensino adotados, em geral, enraizados na concepção de memorização e exercícios de fixação como única forma de desenvolver o aprendizado em matemática.

Sem discordar dessa metodologia de ensino, a qual tem sua importância para o processo de ensino e aprendizagem, é fundamental a percepção de que, para a superação desses rótulos atribuídos ao ensino de matemática tem sido necessário um esforço conjunto de pesquisadores que se debruçam sobre as literaturas e criam possibilidades de incremento de estratégias que contribuam na atuação profissional dos professores e, conseqüentemente, na aprendizagem dos alunos.

Assim, a modelagem matemática vem sendo desenvolvida nos ambientes escolares e, por sua natureza, que envolve um trabalho colaborativo, possui algumas concepções que convergem para essa finalidade e pode ter origem em duas correntes de pensamento: a corrente científica, que congrega grupos de modeladores profissionais, os quais estudam situações de outras áreas do saber, distintas da matemática; por outro lado, tem-se a corrente pragmática, em que há o entendimento de que o currículo escolar para o ensino de matemática deve estar organizado em função das aplicações, desconsiderando assim conteúdos matemáticos que não vislumbrem aplicação prática (KAISERMESMER, 1991).

Em função da natureza destas correntes de pensamento, houve a necessidade de implementação de uma terceira corrente, intitulada sociocrítica. Assim, neste caso, Barbosa (2001) argumenta que a importância das atividades que envolvem modelagem reside na possibilidade de estudar os papéis que a matemática desempenha na sociedade, quando os envolvidos no processo de modelagem são

convidados a refletirem sobre a função dos modelos matemáticos observados nas situações estudadas. Deste modo, há a estimulação do senso crítico e analítico dos alunos quando estes necessitam conhecer, sistematizar, analisar e resolver um dado problema, intervir na realidade que o cerca.

Com relação às concepções de modelagem, dentro da Educação Matemática, a literatura aborda a modelagem matemática sobre diferentes perspectivas, a saber: metodologia de ensino, ambientes de aprendizagem, estratégia de ensino, abordagem pedagógica, entre outros. Assim, observando o que discorrem os autores que defendem cada nomenclatura é possível perceber um ponto de convergência entre eles para uma definição de modelagem abrangente, a qual seria uma estratégia de ensino que envolve situações-problema do cotidiano dos alunos e que, por meio de conceitos matemáticos busca resolver esses problemas.

Partindo desse agrupamento de ideias, destacaremos aqui algumas concepções sobre o tema. Para Biembengut e Hein (2007, p. 12)

A Modelagem constitui um ramo próprio da Matemática que tenta traduzir situações reais para uma linguagem Matemática, onde por meio dela se possa melhor compreender, prever e simular ou, ainda, mudar determinadas vias de acontecimentos, com estratégias de ação, nas mais variadas áreas do conhecimento.

Estes autores defendem esta definição em função de utilização da matemática aplicada a situações do cotidiano. Corroborando com esse pensamento, Bean (2007) entende modelagem como a transformação da realidade, no sentido de que a realidade implica na interação do homem com o mundo, com sua vivência.

No Brasil, um dos pioneiros na abordagem do termo “Modelagem” foi Basanezzi, sua compreensão era de

[...] 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).

Esse é um ponto chave na compreensão do processo de modelagem, pois, o processo conduzirá para aprendizagens diversificadas que podem ser compartilhadas ou não entre os alunos envolvidos.

Na concepção de Haliski et. al. (2020, não paginado):

No processo de Modelagem Matemática é gerado um modelo matemático e nessa perspectiva o aluno interage com o modelo e ao refletir sobre este, possibilita várias discussões em torno de conteúdos matemáticos podendo usar os conhecimentos prévios dos discentes para interpretar a situação-problema.

Assim, essa definição corrobora para a compreensão de que o conjunto de possibilidades de aprendizagens é vasto, tendo em vista que a abordagem considera conhecimentos que os alunos já possuem e, no ambiente de interação podem compartilhar com os demais.

Em se tratando de ambientes de interação, Barbosa (2001) concebe a modelagem como ambientes de aprendizagem nos quais, por meio da matemática, os alunos investigam situações com base em suas vivências, ou seja, da realidade.

Deste modo, é importante evidenciar a presença do professor neste processo, pois, conforme destaca Valente (1993, p.06)

A verdadeira função do aparato educacional não deve ser a de ensinar, mas sim a de criar condições de aprendizagem. Isto significa que o professor deve deixar de ser o repassador do conhecimento e passar a ser o criador de ambientes de aprendizagem e o facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do aluno.

Assim, essa mudança de postura do professor, proporcionada pela natureza das atividades com modelagem criam um clima de colaboração e cooperação entre todos os agentes do processo, de modo que os alunos tenham autonomia intelectual para se desenvolver, sendo acompanhados pelo professor, facilitador da aprendizagem.

Deste modo, acredita-se que a utilização de tecnologias educacionais pode estimular ainda mais a autonomia dos alunos durante o processo de modelagem matemática, pois, conforme argumenta Lodi (2008, p.87),

Não se pode negar o impacto provocado pela tecnologia de informação e comunicação na configuração da sociedade atual. Por um lado, tem-se a inserção dessa tecnologia no dia-a-dia da sociedade a exigir indivíduos com capacitação para bem usá-la; por outro lado, tem-se nessa mesma tecnologia um recurso que pode subsidiar o processo de aprendizagem da Matemática. É importante contemplar uma formação escolar nesses dois sentidos, ou seja, a Matemática como ferramenta para entender a Matemática.

Nessa perspectiva, faz-se necessária a compreensão destas possibilidades que as tecnologias representam para as sociedades atuais, tendo em vista que a informática no ensino da matemática, enquanto campo de pesquisa dentro da Educação Matemática, também se desenvolve e tem buscado formas de trabalhar o ensino de matemática com recursos tecnológicos no processo de construção do saber.

Contudo, para a efetivação da integração das tecnologias educacionais na modelagem matemática é pertinente o que discorrem Brito e Purificação (2006, p.25)

A integração das tecnologias com a educação, o professor e aluno, deve estar aberto às mudanças e novos paradigmas, os quais o obrigarão a aceitar a diversidade, com atenção às exigências impostas pela sociedade que se comunica através de um universo cultural cada vez mais amplo e tecnológico.

Assim como a modelagem matemática busca valorizar a experiência dos alunos, seu contexto sociocultural, o trabalho em equipe, integrar as tecnologias neste processo requer a compreensão da diversidade existente tanto no nível cultural quanto tecnológico da realidade em questão. Neste caso, no contexto amazônico, é necessário verificar a existência, concepções e impactos da presença e utilização dos recursos tecnológicos no ambiente escolar, tendo em vista que as formas de comunicação e apropriação de tecnologias são distintas de outras culturas, outras regiões.

Somando-se a isso, vale destacar o que afirma Moran (2003) ao refletir que não são os recursos que definem a aprendizagem, são as pessoas, o projeto pedagógico,

as interações, a gestão. Mas não há dúvida de que o mundo digital afeta todos os setores, as formas de produzir, de vender, de comunicar-se e de aprender.

Assim, é importante essa compreensão de que a tecnologia poderá contribuir com o processo de aprendizagem, no entanto, o sucesso da atividade depende de outras variáveis além da tecnologia educacional.

Perrenoud (2000, p.128) acrescenta que

[...] formar para as novas tecnologias é formar o julgamento, o senso crítico, o pensamento hipotético e dedutivo, as faculdades de observação e de pesquisa, a imaginação, a capacidade de memorizar e classificar, a leitura e análise de textos e de imagens, a representação de redes, de procedimentos e de estratégias de comunicação.

Este autor corrobora para o entendimento de que as tecnologias oferecem um conjunto de possibilidades que podem maximizar a capacidade de dedução, abstração e compreensão dos alunos, dentre outras habilidades, as quais ajudam a desenvolver as faculdades mentais necessárias para agir perante a sociedade.

7.3 Metodologia

Este trabalho é resultante de uma pesquisa bibliográfica, realizada com o intuito de selecionar as correntes atuais sobre a utilização de modelagem matemática no ensino e, na busca por autores que pesquisam sobre as tecnologias na educação, para que assim pudéssemos estabelecer paralelos que indiquem as possibilidades de integração de tecnologias educacionais com atividades de modelagem matemática, conforme algumas iniciativas expostas no tópico que segue.

Sobre esse tipo de investigação, Boccato (2006, p. 266) argumenta que a pesquisa bibliográfica “trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi

pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica”.

Para a seleção dos exemplos de atividades desenvolvidas envolvendo a integração de modelagem matemática e tecnologias educacionais, bem como para embasamento teórico de subsídio, apresentados neste artigo, utilizamos plataformas de artigos científicos, dissertações e teses como o Google Acadêmico²¹, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)²² e Catálogo de Teses e Dissertações da Capes²³.

7.4 Principais resultados

Como resultados deste ensaio, apresentaremos alguns trabalhos que foram desenvolvidos no âmbito das academias, com experiências realizadas na educação básica em atividades de modelagem matemática com a presença de recursos tecnológicos.

No ano de 2009, Haliski et. al. (2020, não paginado) desenvolveu uma experiência de ensino utilizando modelagem matemática com o objetivo de contextualizar conteúdos teóricos da disciplina de matemática por meio de atividades práticas com a confecção de maquete. Assim, trabalhou com turmas de 1ª série do ensino médio de uma escola pública e, durante a apresentação da maquete para a comunidade escolar, de posse de *softwares* computacionais livres, fizeram a maquete

²¹ Google Acadêmico. Endereço: < <https://scholar.google.com.br/> >

²² BDTD. Endereço: < <http://bdtd.ibict.br/vufind/> >

²³ Catálogo de teses e dissertações da CAPES. Endereço: < <https://catalogodeteses.capes.gov.br/> >

em 3D, fizeram montagem das fotos tiradas durante todo o processo e expuseram para a comunidade escolar.

No artigo intitulado “Uma aproximação entre modelagem matemática e unidades de ensino potencialmente significativas para a aprendizagem significativa: o caso das equações de diferenças”, Borssoi e Almeida (2016) propõem uma estrutura para atividades educacionais subsidiadas por atividades de modelagem matemática. As autoras descrevem os momentos da atividade de modelagem matemática e, em dada circunstância, na construção de mapas conceituais utiliza um recurso tecnológico específico para esta finalidade, denominado (CMap Tools²⁴). Assim, os alunos puderam conhecer e utilizar o *software* para as atividades que estavam realizando manualmente.

Um dos autores deste artigo desenvolveu no ano de 2014 uma atividade de experimentação com tecnologia, conforme definição de Borba (2001) envolvendo uma atividade de modelagem matemática utilizando como recurso tecnológico a planilha eletrônica Excel²⁵, para a tabulação de dados provenientes dos experimentos realizados no processo de modelagem, com alunos do ensino médio de uma escola pública no município de Itaituba – Pará. Nesta atividade, os alunos tiveram contato com o *software* nos computadores do laboratório de informática da escola e puderam tabular os dados obtidos na etapa anterior do processo de modelagem, a partir disso, construíram gráficos e manipulando-os, de modo a associar os comportamentos gráficos com o experimento realizado, construindo hipóteses para outras ocorrências.

²⁴ *Software* para a construção de mapas conceituais.

²⁵ Excel – planilha eletrônica do pacote do Office da empresa Microsoft.

7.5 Conclusões

A integração de modelagem matemática com tecnologias educacionais se mostra uma realidade em experiências de modelagem desenvolvidas no âmbito da educação básica. Contudo, em função da difusão das tecnologias na sociedade e a forma com que as pessoas lidam com recursos tecnológicos, consideramos que as ações ainda são tímidas em comparação com a quantidade de recursos que se tem disponíveis atualmente. A título de exemplo, os ambientes virtuais de aprendizagem podem ser utilizados para atividades de modelagem, *softwares* como o Geogebra (para o trabalho com geometria e álgebra), *winplot* (plotagem de gráficos), dentre outros, podem agregar valor ao processo de modelagem matemática.

Contudo, para a efetivação dessas práticas na educação básica, em especial, no contexto amazônico, é necessário um esforço coletivo de aproximação entre pesquisa nas academias e extensão, para que sejam implementadas ações nas escolas, nas comunidades e, de modo geral, na sociedade.

Portanto, evidenciamos algumas ações que mostram que é possível a experimentação com tecnologia em atividades de modelagem matemática.

Referências

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Concepções e experiências de futuros professores**. Rio Claro/São Paulo: Contexto, 2001.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. 3 ed. São Paulo: Contexto, 2006.

BEAN, Dale. Modelagem matemática: uma mudança de base conceitual. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP/UFMG, 2007a. 1 CD ROM, p. 35-58.

BIEMBENGUT, Maria Salete; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no ensino**. 4 ed. São Paulo: Contexto, 2007.

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol. Univ.** Cidade São Paulo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

BORBA, Marcelo de Carvalho. **Coletivos seres-humanos-com-mídias e a produção de Matemática**. I Simpósio Brasileiro de Psicologia da Educação Matemática, Curitiba, 2001.

BORBA, Marcelo C. e PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática** - coleção tendências em Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BORSSOI, Adriana Helena; DE ALMEIDA, Lourdes Maria Werle. Uma aproximação entre modelagem matemática e unidades de ensino potencialmente significativas para a aprendizagem significativa: o caso das equações de diferenças. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 481-503, 2016.

BRITO, G. PURIFICAÇÃO, I. **Educação e tecnologias: um (re) pensar**. Curitiba: IBPEX, 2006.

HALISKI, Antonio Marcos. et. al. **Uma experiência com a essência da modelagem matemática através da construção de maquete**. Disponível em: < http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/10%20Ensinodematematica/Ensinodematematica_artigo26.pdf >. Acesso em: 15 fev. 2020.

KAISER-MESSMER, G. Application-orientated mathematics teaching: a survey of the theoretical debate. In: NISS, M., BLUM, W., HUNTLEY, I. (ed.). **Teaching of mathematical modelling and applications**. Chichester: Ellis Horwood, 1991. p. 83-92.

LODI, Lucia Helena. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2008. v.2.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da Reflexão em Educação Matemática crítica**. Trad. Orlando de Andrade Figueiredo, Jonei Cerqueira Barbosa. Campinas, SP: Papyrus, 2008.

VALENTE, José Armando. (Org.), **Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação**. Campinas: UNICAMP, 1993.

8

Uma experiência com modelagem matemática, letramento científico e BNCC

Julienne Samara Viana dos Anjos ²⁶

Kleison Silveira Paiva ²⁷

²⁶ Acadêmica de Licenciatura em Pedagogia - Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). E-mail: julli.anjo@hotmail.com.

²⁷ Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). E-mail: kleison.paiva@ufopa.edu.br.

8.1 Introdução

A sociedade constantemente tem se transformado e vem apresentando relações distintas em que os sujeitos são colocados à frente de situações e funções que lhes exigem autonomia e poder de decisão. Diante de tais exigências, as discussões sobre o ensino, alunos e professores têm mobilizado estudos cada vez mais frequentes que buscam melhorias nas relações sociais.

Nota-se que a partir dessas reflexões as instituições de ensino têm movido esforços para que os alunos possam ser produtores de conhecimento tornando-os capazes de interpretar e interferir em sua comunidade. De acordo com a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), o letramento científico deve ser difundido ou mesmo desenvolvido ao decorrer do Ensino Fundamental, desta forma assegura o acesso de alunos em meio a diversidade de produções científicas que pode ser feita através de pesquisas, leituras de artigos científicos, interpretação e compreensão para gerar habilidades, saberes e conhecimentos utilizando-se dessas leituras para a resolução de problemas relacionados ao cotidiano envolvendo o mundo da ciência.

Um dos aspectos principais é a produção em ciências, traduz ideias dos mais diferenciados contextos educacionais envolvendo o cotidiano do ambiente que estão inseridos, desenvolvendo a capacidade crítica do aluno, instigando novas ideias relacionadas a habilidade e competências, características do conceito de Letramento Científico.

Dentro deste contexto percebem-se aspectos fundamentais no processo, daí então mencionamos a Modelagem Matemática e o Letramento Científico os quais são entendidos como meios de promoção ao desenvolvimento de habilidades, formulando um variado leque de contextos de ideias e investigações científicas.

De acordo com Biembengut e Hein, (2009, p. 9).

Muito se falou e se fala de um futuro que está por chegar. Pois bem, chegamos ao novo milênio, no qual aponta-se para novos desafios e estes, para novas formas de encarar a realidade social. A educação também vem recebendo seus desafios - talvez os mais difíceis -; entre eles o de antever e propor à sociedade um “novo” cidadão, que comandará a economia, a produção, o lazer e outras atividades que ainda surgirão nas próximas décadas.

Com vista nesses objetivos muitos estudiosos têm apresentado diversas metodologias com o propósito de fornecer subsídios aos professores para que as suas práticas dentro das salas de aula ocorram com sucesso. Entre essas se enfatiza a Modelagem Matemática, a qual destina-se promover o letramento científico.

Assim, este artigo tem como objetivo apresentar ações ocorridas em um minicurso onde se abordou como tema a modelagem matemática. Este minicurso intitulado “Modelagem Matemática e Letramento Científico na Escola” foi realizado na Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA nos dias 20 a 24 de maio de 2019, contou com a participação da comunidade acadêmica interna, externa e de profissionais da educação.

8.2 Fundamentação teórica

A Modelagem Matemática como já citada veio permanecer nos ambientes escolares como meio de proporcionar aos alunos um ensino mais significativo, onde os mesmos são motivados a participarem das atividades de maneira dinâmica, sempre com foco nas contribuições do que aquele aprendizado pode proporcionar tanto individualmente como coletivamente. Segundo D’Ambrósio (1986), “modelagem matemática é um processo muito rico de encarar situações e culmina com a solução

efetiva do problema real e não como a simples resolução formal de um problema artificial”.

Ao utilizar a Modelagem Matemática, alunos e professores sentem-se motivados, ocorrendo a facilitação do aprendizado de forma que estes passam do que era considerado somente abstrato para uma representação concreta.

Sobre as origens da Modelagem Matemática no Brasil, Almeida (2011, p. 9) discorre que:

A história da Modelagem Matemática na Educação Matemática, no Brasil, remete ao final da década de 1970. Ainda que profissionais, por vezes agregados em torno de temáticas associadas ao que se convencionou chamar “Matemática Aplicada”, já estivessem familiarizados com esta perspectiva de “fazer matemática”, foi a partir dessa época que professores, e porque não dizer alunos, de diferentes níveis de escolaridade passaram a ser os personagens principais dessa história.

O professor Dr. Dionísio Burak (2016), destaca que no Brasil a Modelagem Matemática iniciou a ser trabalhada com um grupo de professores em meados da década de 80 na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, sendo assim, desde então a Modelagem Matemática se difundiu, gerando espaço para que profissionais da educação começassem a inserir em suas práticas docentes esta metodologia de ensino que para cada autor recebe uma interpretação, trabalhando no âmbito da visão Construtivista, Sociointeracionista e na Aprendizagem Significativa que contemplam áreas que vão muito além da própria Matemática.

Segundo Almeida e Vertuan (p. 2011, p. 8) referente às diversas concepções.

No Brasil, bem como em outros países, especialmente a partir da década de 1980, a literatura na área de Educação Matemática tem nos apresentado um considerável número de publicações que tratam da Modelagem Matemática. Desde então, no entanto, foram se estruturando abordagens diferenciadas e, por meio de múltiplos olhares fundamentados em diferentes pressupostos teóricos, foram produzidos caminhos nem sempre convergentes e métodos, por vezes, distintos.

Considerando as falas de Almeida e Vertuan apresenta-se a seguir a visão conceitual de alguns autores que desenvolvem trabalhos com a modelagem matemática.

Para Barbosa, (2004, p. 2) “[...] as atividades de Modelagem podem trazer contribuições que desafiam a ideologia da certeza, assim, lançando um olhar crítico quanto às aplicações da matemática. Ressalta ainda que

(...), o ambiente de Modelagem está associado à **problematização e investigação**. O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informação e reflexão sobre elas. **Ambas atividades não são separadas, mas articuladas** no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta. Nela, podem-se levantar questões e realizar investigações que atingem o âmbito do conhecimento reflexivo. (BARBOSA, 2011, p. 3 grifos nosso).

Segundo Biembengut e Hein (2009, p. 12), a modelagem matemática,

É o processo que envolve a **obtenção de um modelo**. Este, sob certa óptica, pode ser considerado um processo artístico, visto que, para se elaborar um modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas. (grifo nosso)

Conforme Souza e Espírito Santo (2017, p. 70), a Teoria da Modelagem,

É uma teoria cognitiva e considera que as pessoas criam modelos mentais para planejar e guiar as interações com o mundo físico. Ela relaciona o mundo mental, o mundo conceitual e o mundo físico para apoiar a visão de que o problema fundamental na aprendizagem e na compreensão em ciências e em matemática é **coordenar modelos mentais com modelos conceituais**. (grifo nosso).

Vimos até aqui como estes autores concebem o conceito de modelagem matemática, reportando-se a entender como o letramento científico pode ser contemplado através de atividades trabalhadas com Modelagem Matemática.

O que se tem observado nas literaturas e que encontramos presente nos discursos de vários educadores é que na atualidade o letramento científico tem

ganhado espaço cada vez mais considerável, tanto no que se refere a compreensão de assuntos voltados para o meio educacional como para outras situações do cotidiano dos sujeitos.

Nas Ciências, em especial a matemática, verifica-se que o letramento pode e deveria ser desenvolvido com os alunos desde o princípio de seus estudos, porque mais do que ser alfabetizado é necessário compreender o que e como utilizar os conhecimentos produzidos pela humanidade. Justificamos com a fala de Lippmann, (2009, p. 23),

Ser letrado envolve ser capaz de resolver e compreender, sem dificuldade, quaisquer problemas ligados à área. Significa fazer uso dos conhecimentos e habilidades relativas à matemática. E isso é mais do que perceber a sua existência nas inúmeras situações do dia a dia e o fato de o homem dela necessitar para o desenvolvimento social e tecnológico. Ser letrado não diz respeito somente à área da linguagem, para comunicar-se bem, para ler e escrever: é preciso compreender números em relação, tabelas, gráficos e dados comparados.

Compreende-se então que o Letramento Científico perpassa por todas as ciências, não sendo uso exclusivo de uma ou outra. Tal letramento e a modelagem podem aflorar nos alunos habilidades que os mesmos já possuíam e não faziam uso, ou adquirir novas habilidades que contribuirão para o seu crescimento tanto educacional como pessoal. Pois, a autonomia, liderança, argumentação entre outros são características que envolvem o letramento e os quais podemos perceber que ocorre dentro das atividades que se desenvolvem a Modelagem Matemática.

As possíveis competências ao utilizar-se do Letramento Científico, são: Identificar questões científicas, explicar fenômenos cientificamente e utilizar evidências científicas. Através destas competências o leque de possibilidades para a compreensão, conhecimento e processos de descobrimentos determinam uma maior reflexão no caráter social.

Atrelado a isto, Lippmann (2009, p. 20) salienta pontos relevantes que nos levam a pensar as necessidades que o mundo moderno nos apresenta e a crer que os

benefícios são notórios indicando as inúmeras possibilidades que podem ser trabalhadas nas escolas.

O avanço tecnológico introduziu na vida um novo sistema de agir e pensar. Computadores, calculadoras, televisões, localizadores monitorados por satélite, telefones celulares, antenas parabólicas e diversos utensílios domésticos com grande sofisticação modificaram as exigências com relação ao ensino. Hoje é preciso saber o contexto, a função, para que serve, as relações, a complexidade. Os cálculos básicos, repetitivos, podem ser feitos pelas máquinas de calcular, pelos computadores. Assim, as práticas para um consistente ensino da matemática podem estar pautadas em propostas que se complementem, envolvendo a resolução de problemas, a modelagem, a etnomatemática, a história da matemática, os jogos matemáticos e o uso do computador.

Ressalta-se ainda que a Base Nacional Comum Curricular – BNCC é um documento de caráter normativo que faz menção a critérios como habilidades e competências. Os quais devem ser estimulados pelos professores e utilizados para promover um aperfeiçoamento contínuo dos educandos.

Ao adotar esse enfoque, a BNCC indica que as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho), a explicitação das competências oferece referências para o fortalecimento de ações que assegurem as aprendizagens essenciais definidas na BNCC. (BRASIL, 2017, p. 13).

Para reafirmar esses anseios por parte de professores, alunos e sociedade, Búrigo et al (2012, p. 26) trazem algumas considerações que abordam aspectos que interferem nos relacionamentos dentro das escolas e fora delas. Esses apontam dificuldades, frustrações e falhas de aprendizagem.

Palavras como modelagem, contextualização, tecnologia computacional têm sido valorizadas e utilizadas com muita frequência, quando se trata de atualização e de inovação em estratégias de ensino.

O aluno de hoje é contestador e a relação docente/aluno mudou nas últimas décadas. A insatisfação dos alunos tem sido verbalizada invocando falta de motivação e de interesse: “Para que aprender isso? Onde vou usar?” Sem entender o significado do que está sendo ensinado, o aluno passa a odiar as aulas de matemática, reduzidas a um monte de fórmulas e mecanismos a decorar, e, traumatizado, esse aluno acumula frustrações e falhas de aprendizagem, e isso prejudica o ambiente da sala de aula de matemática.

Observa-se diante das citações dos autores que as necessidades atuais fazem surgir novas práticas para atender as demandas que encontramos pelo caminho. Para que sejamos capazes de oportunizar um ensino de qualidade as crianças, jovens e adultos, precisamos repensar nossas práticas e colocá-las em ação, se for preciso haver reformulações que estas ocorram, mas, o principal objetivo deverá ser o desenvolvimento pleno do aluno para que este sinta-se de fato preparado para viver em sociedade.

8.3 Metodologia

Frente a essas provocações, a Universidade Federal do Oeste do Pará, por meio de ações promovidas pelo GEPEMM - Grupo de Estudos e Pesquisas em Modelagem Matemática, realizou um minicurso intitulado “Modelagem Matemática e Letramento Científico na Escola”. O qual foi realizado pelo Professor Doutor Ednilson Sergio Ramalho de Souza, que faz parte do corpo docente do Instituto de Ciências da Educação - ICED / UFOPA.

O minicurso ocorreu em cinco dias com atividades do dia 20 a 24 de maio de 2019 no período noturno. Os participantes foram alunos da graduação da UFOPA e de outras instituições e professores que lecionam na rede de ensino da cidade de Santarém - Pará.



Figura 4 – Participantes em atividades ocorridas no minicurso (Fonte: Autores, 2019).

O objetivo da realização deste minicurso foi suscitar cada vez mais pesquisas sobre a modelagem matemática, aumentando também os debates sobre o tema, propiciando novos conhecimentos sobre esta abordagem.

As atividades ocorreram com momentos de estudo teórico e prático, onde foram apresentados alguns autores que desenvolvem trabalhos com a Modelagem Matemática, dentre eles: Rodney Bassanezi, Dionísio Burak, Salett Biembengut, Jonei Barbosa, Werle de Almeida e Ednilson Souza.

A metodologia empregada na pesquisa se caracteriza por ser mista que, segundo Creswell e Clark (2011, p. 391),

Definem métodos mistos como um procedimento de coleta, análise e combinação de técnicas quantitativas e qualitativas em um mesmo desenho de pesquisa. O pressuposto central que justifica a abordagem multimétodo é o de que a interação entre eles fornece melhores possibilidades analíticas.

Desta forma, num primeiro momento, os participantes foram indagados sobre o que entendiam sobre modelagem matemática, abrindo espaço para socialização de ideias e colaborando para a interpretação sobre como a Modelagem Matemática é entendida por aqueles que ainda não tem conhecimento desta metodologia. A partir das falas, foi feita a introdução sobre o que é a Modelagem Matemática e quais as concepções abordadas pelos diversos autores, explanando os

ciclos e estruturas que cada um deles desenvolve durante uma atividade com modelagem.

Num segundo momento, houve a apresentação de atividades realizadas com a Modelagem Matemática para que os envolvidos tivessem a oportunidade de conhecer e aprofundar ainda mais os seus conhecimentos sobre o assunto. Como exemplo, citamos a atividade realizada por Souza (2018) em que alunos de um curso integrado em matemática e física tiveram que medir os decibéis dentro da universidade para que analisassem o grau de poluição sonora que interferia diretamente na concentração dos alunos durante as aulas. Nota-se que o problema em questão se deu a partir do tema Poluição Sonora e os conceitos matemáticos e físicos foram surgindo durante as coletas dos dados e resoluções das questões levantadas e que, desde o início, a atividade foi sendo modelada conjuntamente pelo professor e alunos.

Num terceiro momento, os participantes foram convidados à produção prática compreendendo como a modelagem se efetiva, tendo em vista que esta metodologia de ensino abrange simultaneamente aspectos teóricos e práticos. Cada equipe ficou responsável por desenvolver um esquema em que apresentasse uma atividade seguindo os procedimentos que consistem na modelagem matemática, procedimentos que podem ser resumidos em três etapas: descrição do problema, investigação do modelo, sessão de discussão.

Na descrição do problema (DP) os participantes tiveram que escolher um tema sugerindo uma problemática a qual demandava estratégias para se chegar às resoluções.

A investigação do modelo (IM) foi o momento em que os participantes teriam que investigar as possibilidades hipotéticas para se chegar a um resultado, por exemplo: como gerar dados para o problema em questão? como relacionar esses dados fazendo análises interpretativas? etc.

A sessão de discussão (SD) caracteriza-se pelo momento em que os grupos socializaram suas atividades, expondo cada etapa realizada por eles. Desde a escolha do tema até a obtenção dos resultados.

Após esse momento de discussão teórica e prática sobre modelagem matemática, os proponentes da oficina apresentaram alguns conceitos referentes ao letramento científico. Ao final dessa discussão conceitual, foram distribuídos aos participantes um Inventário de Competências²⁸ ao Letramento Científico elaborado por Souza (2018):

Nº	Descrição	DP	IM	SD
C1	Adquirir habilidades de comunicação oral e escrita.			
C2	Ampliar a percepção social sobre a influência da ciência no cotidiano.			
C3	Analisar, interpretar dados e tirar conclusões apropriadas.			
C4	Avaliar argumentos científicos e evidências de diferentes fontes.			
C5	Avaliar e propor formas de explorar cientificamente dada questão.			
C6	Avaliar os vários caminhos que os cientistas usam para assegurar a confiabilidade dos dados.			
C7	Desenvolver habilidades cognitivas que permita articular o conhecimento científico com a realidade vivida.			
C8	Diferenciar questões possíveis de serem investigadas cientificamente.			
C9	Distinguir, entre argumentos, quais são baseados em evidência científica e quais são baseados em senso comum.			
C10	Fazer e justificar previsões apropriadas.			
C11	Fazer uso das ferramentas tecnológicas e do ambiente natural para aprender ciências.			
C12	Identificar a questão explorada em dado estudo científico.			
C13	Identificar, utilizar e gerar modelos explicativos.			
C14	Lembrar e aplicar conhecimento científico apropriado.			

²⁸ Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2017, p. 8).

C15	Oferecer e testar hipóteses.			
C16	Produzir textos sobre temas em ciências articulando conhecimentos e argumentos.			
C17	Responder e formular perguntas de forma coerente.			
C18	Selecionar, organizar e classificar informações.			
C19	Transformar dados de uma representação para outra.			
C20	Usar diferentes linguagens para manifestar aprendizagens.			

Quadro 15 - Competências e respostas para cada fase (Fonte: Souza, 2018).

O questionário acima apresenta vinte competências e três etapas denominadas Descrição do problema (DP), Investigação do Modelo (IM) e Sessão de Discussão (SD). O objetivo é identificar em quais das três etapas o modelador julga ter adquirido tal competência. O questionário foi aplicado com quinze participantes, sendo que não foi necessário apresentar suas identidades para obtenção de resultados.

8.4 Resultados e discussões

Mediante os resultados apresentados no inventário, ficou perceptível que durante o ciclo de modelagem as vinte competências dispostas para as três fases se dividiram em maior e menor percentual de aquisição. Tais dados foram obtidos através das respostas quantitativas e convertidas em um gráfico de pizza:

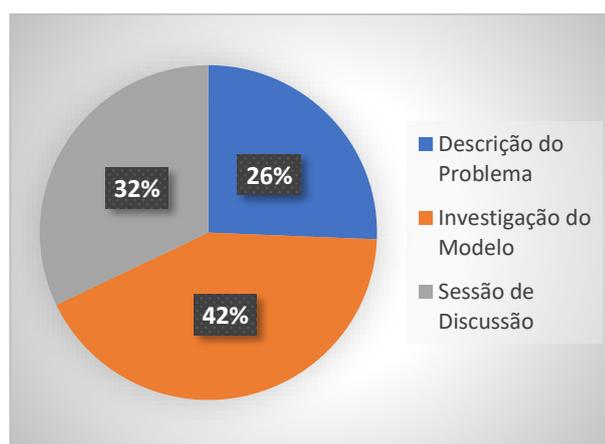


Figura 5-Aquisição de competências ao letramento científico nas etapas do ciclo de modelagem (Fonte: Autores, 2020).

Assim, observando-se as divisões (fatias) no gráfico identifica-se que as competências foram adquiridas com mais frequência no momento da investigação do modelo (42%). Este que é o momento onde se aguça a curiosidade e demanda coleta e análise dos dados. O segundo momento em que mais se adquiriu as competências foi na sessão de discussão (32%), onde os participantes deveriam argumentar oralmente suas informações apresentando a possível resolução. E, por último, na descrição do problema (26%), esta que foi a primeira etapa da atividade onde se escolhe o tema e elabora o problema. Ressalta-se que dados semelhantes foram encontrados por Souza (2018), sugerindo que podemos estar diante de conclusões interessantes.

Destaca-se que, diante da quantidade de respostas, para os participantes é no momento da investigação do modelo, fazendo levantamento de dados, hipóteses e estratégias de resolução que mais se adquirem as competências para o letramento científico. Tendo em vista que este é o momento em que ocorrem maiores reflexões sobre o que se deseja alcançar, buscando compreender e analisar o problema que se apresenta.

Por outro lado, o momento que propiciou as obtenções de competências e habilidades foi quando ocorreu a socialização das atividades entre os grupos, proporcionando a todos os participantes exporem suas opiniões e possíveis análises ou ideias sobre o tema, nesse momento de argumentação científica observa-se que as

equipes sentem-se mais livres para colaborar com os demais colegas, muitos elencam outras visões que por vezes a equipe não havia percebido, desta forma é possível identificar a troca de saberes e conhecimentos de maneira colaborativa como se espera ao modelar as atividades.

Já na descrição do problema onde se escolhe o tema e a problemática, as habilidades e competências para os participantes podem em “menor grau” propiciar um letramento científico, levando em consideração a quantidade de respostas e acredita-se também que seja devido por ser o momento que apenas se limita a escolhas e não há por exemplo uma reflexão mais profunda como quando se busca lançar estratégias.

Portanto, espera-se que através de atividades de Modelagem Matemática os alunos consigam cultivar cada vez mais seu Letramento Científico conforme indica a Base Nacional Comum Curricular, desta forma ele terá a capacidade de empregar o conhecimento científico identificando questões para adquirir conhecimentos novos principalmente para a explicação baseadas em evidências científicas criando então a capacidade e o rigor necessário para a compreensão através de uma forma de pensar baseada na perspectiva científica, destacando assim o senso comum.

É possível, portanto, deduzir que as fases de investigação do modelo e sessão de discussão podem favorecer maior aquisição de competências devido às exigências que ocorrem ao se mobilizar informações em busca de resultados, estimulando a comunicação oral, interpretação de dados, entre outros.

8.5 Considerações

O trabalho objetivou apresentar a experiência de um minicurso realizado pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Modelagem Matemática (GPEMM), que explanou sobre a Modelagem Matemática e o Letramento Científico visando expandir as discussões em torno das temáticas abordadas.

Através dos estudos abordados e da pesquisa realizada, notou-se que a Modelagem Matemática tem contribuído de maneira satisfatória no que tange à aprendizagem. Tendo em vista as habilidades e competências que foram adquiridas pelos participantes, e também pelo momento da autoavaliação (inventário) ocorrida ao final das atividades, esta que requer dos participantes uma leitura reflexiva sobre suas aptidões, mostrando que a todo o momento podemos estar vendo e revendo o que é necessário para nosso próprio aprendizado, refletindo assim nas relações que ocorrem entre si.

Esta metodologia de ensino que visa à participação ativa dos alunos possibilitando a eles vivenciarem experiências significativas, entrelaçando conhecimento científico e as vivências cotidianas, tem mostrado que além de aprender conceitos científicos os alunos também desenvolvem o seu Letramento Científico compreendendo e sabendo fazer uso dos mesmos em situações práticas da vida.

Nota-se que mesmo sendo em menor ou maior grau as etapas abordadas nas atividades de modelagem todas estão favorecendo para um melhor desenvolvimento daqueles que participam de tais atividades. Daí firmamos o porquê cada vez mais se faz necessário trazer ao debate esta metodologia de ensino, com isso pensa-se que as discussões devem concomitantemente estar associadas às produções de pesquisas para que de fato haja uma renovação nas práticas educativas.

Referências

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Práticas de modelagem matemática; relatos de experiências e propostas pedagógicas**. Cap. 1- Discussões sobre “como fazer” Modelagem Matemática na sala de aula. Londrina: Eduel, 2011.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, n. 4, p. 2, 2004.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. [S. l.], 2020. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/a-area-de-matematica>. Acesso em: 5 fev. 2020.

BIEMBENGUT, Maria Salette; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. Modelagem Matemática como Método de Ensino de Matemática. 5.ed -São Paulo: Contexto, Cap. 2, 2009.

BURAK, Dionísio. **Uma perspectiva de Modelagem Matemática para o ensino e a aprendizagem da Matemática**. Ponta Grossa PR: UEPG, 2016. ISBN 978-85-7798-232-5. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/b4zpq/pdf/brandt-9788577982325-02.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2020.

BÚRIGO, Elisabete Zardo; GRAVINA, Maria Alice; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; GARCIA, Vera Clotilde Vanzetto. (org.). **A matemática na escola: novos conteúdos, novas abordagens**. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012, p. 26.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, 2017, p. 8; 13. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base> Acesso em: 08/01/2020.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática**. 5. ed. São Paulo: Summus Editorial, 1986. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=yj3dTmKneVoC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 15 jan. 2020.

LIPPMANN, Luciane. **Ensino da matemática**. Curitiba, PR: IESDE Brasil, 2009, p. 23.

MEYER, João Frederico da Costa de Azevedo; CALDEIRA, Ademir Donizeti; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Modelagem em educação matemática**. Belo

Horizonte: Autêntica Editora, 2011. p. 9. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

PARANHOS, Ranulfo; FILHO, Dalson Britto Figueiredo; ROCHA, Enivaldo Carvalho da; JÚNIOR, José Alexandre da Silva; FREITAS, Diego. **Uma introdução aos métodos mistos**. Sociologias, Porto Alegre, ano 18, n° 42, mai/ago 2016, p. 391.

ESPÍRITO SANTO, Adilson Oliveira; FURTADO, Alfredo Braga; SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho. (org.). **Modelagem na educação matemática: práticas e análises**. cap. IV Instrução por Modelagem (Modeling Instruction): percepções de professores de ciências e de matemática. Editora: Açaí, 2017, p. 70.

9

Ciclo de modelagem na compreensão conceitual da ponte autosustentavel de Da Vinci

Jorge Carlos Silva ²⁹

Ednilson Sergio Ramalho de Souza ³⁰

²⁹ Mestrando em Ensino de Física – Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). E-mail: jcs.stm@bol.com.br.

³⁰ Docente da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). E-mail: ednilson.souza@ufopa.edu.br.

9.1 Introdução

Supõem-se que um ciclo de modelagem aplicado na compreensão de um experimento antes mesmo da explicação formal do professor pode tornar a aula de física mais participativa, porque o ciclo de modelagem pode levar os alunos a compartilharem seus pensamentos de maneira oral e escrita e, ao ouvirem as falas dos outros colegas, os estudantes vão lapidando e organizando seus discursos, desinibindo-se para um argumento apropriado a determinado tema.

Muitos professores, especialmente na área da física, perguntam-se: como vou ensinar esse assunto para que haja interesse e entendimento por parte do aluno? Perguntas retóricas desse tipo são importantes porque revelam que ensinar física de maneira expositiva, ou seja, só aplicando fórmulas para resolução de listas de exercícios, sem considerar o contexto no qual o conteúdo é aprendido, sem levar em conta a motivação dos estudantes, sem manipular ou manusear a parte da experimentação, pode levar a um grau exagerado de abstração e dificultar a aprendizagem de conceitos e procedimentos.

O que ocorre é que os professores, na sua grande maioria, precisam fazer com que os alunos interliguem o conteúdo a ser aprendido ao mundo real. Como consequência disso, o professor pode promover a motivação e a inspiração para a aprendizagem. Por sua vez, o estudante precisa envolver-se na aprendizagem, este deve ser levado a questionar cientificamente sobre o mundo em que vive. Enfim, professores e estudantes precisam sair de suas zonas de conforto a caminho de um ensino e aprendizagem ativo e significativo.

Durante muitos anos como professor de física, o primeiro autor deste trabalho preocupou-se somente em completar o conteúdo programático da disciplina. Raramente, pensava em realizar experimentação em sala de aula, a não ser quando

tinha que escolher algum assunto para a feira de ciências. Ao perceber a importância dos experimentos para o ensino diferenciado diante da fragmentação entre teoria e o dia a dia dos alunos, pretende-se aproximar os conceitos científicos e a realidade que eles vivenciam aplicando um ciclo de modelagem.

Por meio da aplicação de um ciclo de modelagem no entendimento de uma atividade experimental, busca-se promover uma melhor compreensão dos fenômenos físicos. Nesse sentido, reflete-se que a prática experimental aliada ao ciclo de modelagem tem um papel facilitador da aprendizagem, pois pode desenvolver nos alunos maior interesse pela física, além de despertar habilidades dificilmente desenvolvidas em aulas meramente expositivas, por exemplo, a capacidade para justificar fundamentado em evidências científicas, tal como propõe a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018).

Considerando esse contexto é que esta pesquisa pretende responder: como a aplicação de um ciclo de modelagem no experimento da ponte de Da Vinci pode promover a aprendizagem conceitual para estudantes do 1º ano do ensino médio de uma escola pública na cidade de Santarém-PA?

Desse modo, o objetivo geral da pesquisa consiste em analisar a importância de um ciclo de modelagem para promover a compreensão conceitual por meio do experimento da ponte de Da Vinci.

O lócus da pesquisa de campo foi uma escola estadual de ensino médio localizada no bairro da Interventora, Santarém, Pará. Escolheu-se uma turma de 25 alunos do 1º ano do ensino médio, turno vespertino.

Assim, na seção que segue, será feita uma abordagem geral sobre o ciclo de modelagem de Biembengut. Na segunda seção, discutir-se-á sobre os encaminhamentos metodológicos da pesquisa de campo. Na terceira seção serão apresentados os resultados e análises. Por fim, na quarta seção apresentam-se as considerações finais do estudo.

9.2 Um ciclo de modelagem

Embora a literatura brasileira sobre modelagem matemática apresente diversos ciclos de modelagem de acordo com as percepções dos variados pesquisadores da área, a exemplo de Bassanezi (2004; 2015), Burak (1992; 2012, 2016), Almeida et al (2012), Barbosa (2001), dentre muitos outros; e, conquanto seja importante e, muitas vezes, necessário ter conhecimento de algum ciclo de modelagem, pois isso pode ajudar na organização didática das tarefas de ensino, neste artigo o foco será no ciclo de modelagem de Biembengut (2016).

Importante ainda ressaltar que existem autores que não propõem ciclo de modelagem a ser seguido. Nesse sentido, Chaves e Espírito Santo (2008) fortalecem a noção de “várias possibilidades” para materializar ações didáticas no ensino de matemática e de ciências. No entanto, ao não propor conjuntos de passos ou de fases a serem seguidas, não se nega as fases propostas pelos diferentes autores, mas ratifica-se que, partindo simplesmente da ideia de modelagem matemática enquanto construção de modelos matemáticos de problemas reais, o modelador pode utilizar ou não tais fases, pode acrescentar outras etapas ou pode criar seu próprio ciclo de modelagem

Maria Salett Biembengut chama de modelação para a modelagem matemática aplicada na educação. Para ela,

[...] A Modelação é um método de ensino com pesquisa nos limites e espaços escolares, em qualquer disciplina e fase de escolaridade: dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental aos finais do Ensino Superior e, ainda, em Cursos de formação continuada ou disciplina de pós-graduação (BIEMBENGUT, 2016, p. 171).

Frisa a autora que o objetivo de quem faz modelagem matemática é estabelecer um modelo matemático de uma situação-problema para poder resolvê-la, entendê-la ou modificá-la.

Segundo a autora, o objetivo da modelação é promover conhecimento ao estudante em qualquer período de escolaridade fazendo pesquisa frente à estrutura curricular, ou seja, no espaço físico e no tempo destinado a tal propósito. Para isso, a modelação se apropria do processo de modelagem matemática. Tal processo, pode ser desenvolvido em três fases: i) percepção e apreensão; ii) compreensão e explicitação e iii) significação e expressão, esquematizadas a seguir:



Figura 6-Ciclo de modelagem de Biembengut (Fonte: Autores, 2020).

A etapa de percepção e apreensão “[...] visa estimular a percepção e a apreensão dos estudantes sobre algum tema/assunto do contexto deles ou que lhes possam interessar, escolhido para valer como guia aos conteúdos curriculares (e não curriculares) que esperamos tratar” (BIEMBENGUT, 2016, p. 192). O tema deverá possibilitar refazer um modelo ou construir um modelo por analogia. Para isso, utilizam-se símbolos que identifiquem um signo, uma palavra, uma aceção particular. Essa etapa requer como sub etapas: explicar sobre o tema; levantar questões ou sugestões; selecionar questões que favoreçam desenvolver o conteúdo curricular e levantar ou apresentar dados sobre o tema.

A etapa de compreensão e explicitação “[...] consiste em levarmos os estudantes a identificar alguns elementos do tema/assunto no sentido quantitativo e

qualitativo e, com base nas ideias as quais eles já possuem, ensinamo-los a inteirarem-se do que ainda desconhecem” (BIEMBENGUT, 2016, p. 197). Hipóteses e dados disponíveis favorecem entendimento da situação-problema e codificação vocabular de acordo com o contexto, possibilitando melhor compreensão das linguagens que orbitam o tema. As seguintes subetapas são necessárias: levantar hipóteses ou pressupostos; expressar os dados; desenvolver o conteúdo, exemplificar e formular a questão, dispor de um modelo.

Na etapa de significação e expressão “[...] é momento de avaliar a validade do modelo e, a partir deste processo de validação, verificar o que foi apreendido do processo e aprendido dos conteúdos curriculares e não curriculares” (BIEMBENGUT, 2006, p. 203). Isso significa resolver o problema em termos do modelo elaborado, fazer interpretação empírica, perguntar que contribuições o modelo pode trazer para o contexto social. Segue-se as subetapas: resolver as questões; interpretar e avaliar, validar e expressar. Dessa maneira, S. Biembengut chama de “modelação matemática” para a essência da modelagem matemática aplicada à educação e que visa preponderantemente ao currículo escolar.

Percebe-se que no ciclo de modelagem de Biembengut, a etapa de percepção e apreensão tem a intenção de incitar a percepção e a apreensão dos estudantes sobre algum tema ou assunto do contexto vivencial deles ou que lhes possam interessar de alguma maneira. Esse tema vai servir como uma espécie de guia aos conteúdos curriculares e não curriculares a serem estudados. Assim, o tema deverá possibilitar (re)fazer um modelo matemático ou (re)construir um modelo por analogia. Para isso, utilizam-se símbolos e sistemas de registros de representação.

Na etapa de compreensão e explicitação, os estudantes são levados a identificar elementos importantes do tema/assunto no sentido quantitativo e qualitativo. Essa identificação acontece com base nas ideias que eles já possuem e passam a se inteirar do que ainda desconhecem. Nessa etapa, hipóteses e dados disponíveis favorecem o entendimento da situação-problema e a codificação vocabular

de acordo com o contexto, possibilitando melhor compreensão das linguagens que orbitam o tema.

A última etapa, significação e expressão, é quando ocorre a avaliação e a validação do modelo matemático. A partir deste processo de validação, verifica-se o que foi apreendido do processo de modelagem e aprendido sobre os conteúdos curriculares e não curriculares. Isso significa colocar o modelo ao teste empírico e avaliá-lo quanto ao contexto sociocultural.

Na seção que segue, apresenta-se o contexto da pesquisa de campo no qual o ciclo de Biembengut foi aplicado para compreender como ele pode promover a compreensão conceitual do experimento da ponte autossustentável de Da Vinci.

9.3 O contexto da pesquisa de campo

A pesquisa aqui apresentada aproxima-se do tipo mista (CREWELL e CLARK, 2013), pois explora as ações realizadas sob o ponto de vista qualitativo e quantitativo. Desta forma, a partir de observações e de análise dos instrumentos de coleta como questionários, gravações, fotos e trabalhos construídos pelos alunos de cada equipe, será feito um apanhado de informações permitindo possível interpretação de cada momento vivenciado em sala de aula embasado no referencial teórico.

O lócus da pesquisa foi uma escola de ensino médio localizada no Bairro do Diamantino, zona urbana da cidade de Santarém, Estado do Pará. Esta escola foi escolhida porque possui baixo IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) possibilitando um cenário para novas práticas pedagógicas.

Escolheu-se uma turma com 25 alunos do 1º ano do ensino médio do turno vespertino.



Figura 7-Sujeitos participantes da pesquisa (Fonte: Autores, 2019).

Os sujeitos participantes da pesquisa possuíam faixa etária de 18 anos, sendo 13 homens e 12 mulheres. Ressalta-se que os estudantes participantes da pesquisa, após serem informados sobre o objetivo e metodologia a ser utilizada, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Após isso, ficou acordado que nos próximos encontros seria realizada uma explanação do ciclo de modelagem como recurso para interpretar atividades experimentais sobre centro de massa.

Para iniciar a pesquisa de campo na turma acima mencionada e visando a um diagnóstico prévio, foi distribuído um questionário com dez perguntas sobre suas motivações para aprender física e matemática. Ressalta-se que a primeira impressão não foi das melhores. Percebeu-se que estava faltando algo para despertar interesse nos alunos. A turma parecia totalmente sem motivação para aprender, alheia ao conhecimento, apática em relação à aprendizagem. Um verdadeiro desafio a ser enfrentado.

Destaca-se que para a produção de dados foram realizadas observações, anotações escritas, imagens, áudios, vídeos. Bogan e Biklen (1984) ressaltam que as o material produzido daquilo que é feito em sala de aula pode originar uma documentação que respalda o pesquisar em suas argumentações. A experiência

pedagógica foi desenvolvida em 09 aulas de 45 minutos, conforme resumido no quadro que segue:

Aula (45 min)	Procedimentos	Descrição
Aula 1	Caracterização do ciclo de modelagem a ser aplicado nas atividades experimentais.	O professor caracteriza em termos procedimentais o ciclo de modelagem que será utilizado para analisar as atividades experimentais.
Aula 2	Exemplificação do ciclo de modelagem em experimentos deliberadamente escolhidos pelo professor.	O professor seleciona cuidadosamente um experimento com base em seus objetivos de ensino para exemplificar o ciclo de modelagem.
Aulas 3, 4 e 5	Aprofundamento do ciclo de modelagem em experimentos livremente escolhidos pelos estudantes.	Os estudantes escolhem experimentos de seus interesses para analisar por meio do ciclo de modelagem.
Aulas 6 e 7.	Socialização colaborativa de dúvidas.	Os estudantes socializam suas dúvidas sobre o assunto para serem discutidas coletivamente nas rodas de conversa.
Aulas 8 e 9.	Transferência do ciclo de modelagem a situações de outras classes.	O professor propõe experimentos envolvendo outros assuntos para serem analisados por meio do ciclo de modelagem.

Quadro 16- Procedimentos realizados na experiência pedagógica (Fonte: Autores, 2019).

Desse modo, a produção de dados ocorreu em 05 momentos, conforme quadro anterior: i) caracterização do ciclo de modelagem a ser aplicado nas atividades experimentais; ii) exemplificação do ciclo de modelagem em experimentos deliberadamente escolhidos pelo professor; iii) aprofundamento do ciclo de modelagem em experimentos livremente escolhidos pelos estudantes; iv) socialização colaborativa de dúvidas; v) transferência do ciclo de modelagem a situações de outras classes.

Para interpretar os dados produzidos, recorreu-se ao método de análise textual discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2016) aplicado aos modelos matemáticos elaborados pelas equipes e registrados em pequenos quadros brancos (*whiteboards*). Assim, o corpus de análise foi constituído de modelos matemáticos registrados na

forma de imagens, imagens essas analisadas em três momentos: unitarização, categorização e metatexto.

Na fase da unitarização, realizou-se leitura cuidadosa das imagens para identificar unidades de significado em cada unidade de contexto identificada no modelo matemático. Conforme Moraes e Galiuzzi (2016), unitarizar um texto “[...] é desmembrá-lo, transformando-o em unidades elementares, correspondendo a elementos discriminantes de sentidos, significados importantes para a finalidade da pesquisa, denominadas de unidades de significado” (p. 71). A figura que segue exemplifica essa etapa.

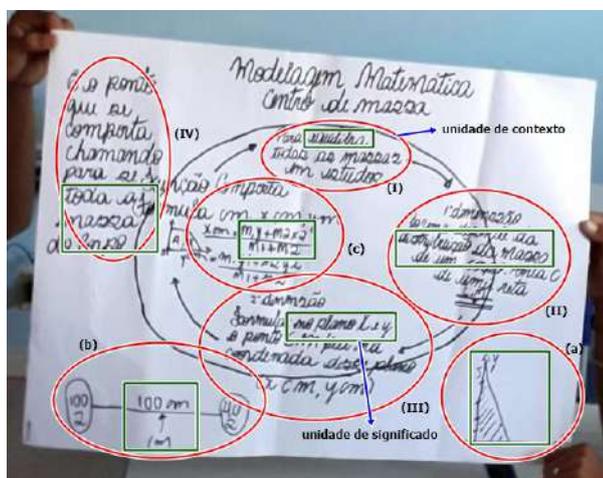


Figura 8-Exemplo de unitarização do modelo matemático: os círculos em vermelho especificam as unidades de contexto e os retângulos em verde especificam as unidades de significado dentro das unidades de contexto (Fonte: Autor, 2019).

Para facilitar a criação de categorias emergentes, as unidades de contexto identificadas em cada modelo matemático foram codificadas por meio de sistema alfabético e de numeração romana. Para Moraes e Galiuzzi (2016), categorizar “corresponde a simplificações, reduções e sínteses de informações da pesquisa, concretizadas por comparação e diferenciação de elementos unitários, resultando em formação de conjuntos de elementos que possuem algo em comum” (p. 97). Desse modo, a reorganização de unidades de significado gerou um conjunto de categorias emergentes importantes para entender em que sentido a modelagem matemática de

atividades experimentais pode promover a compreensão do conceito de centro de massa.

Por fim, com base nas categorias geradas, foi elaborado um metatexto por meio de interlocuções empíricas com os dados da pesquisa de campo e de interlocuções teóricas com autores do referencial teórico. Para Moraes e Galiazzi (2016), o metatexto representa “[...] sínteses elaboradas pelo pesquisador no sentido de expressar as novas compreensões atingidas em relação ao seu objetivo de pesquisa” (p. 111).

9.4 Procedimentos, resultados e análises

9.4.1 Caracterização do ciclo de modelagem a ser aplicado nas atividades experimentais

Neste encontro, apresentou-se ideias fundamentais referentes ao ciclo de modelagem de Biembengut já discutido na seção 9.2 enfatizando as subetapas do ciclo conforme quadro que segue.

Etapas	Subetapas
<i>Percepção e apreensão.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar sobre o tema. 2. Levantar questões. 3. Selecionar questões para desenvolver o conteúdo. 4. Levantar dados.
<i>Compreensão e explicitação.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantar hipóteses. 2. Expressar dados. 3. Desenvolver o conteúdo. 4. Exemplificar. 5. Formular.
<i>Significação e expressão.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resolver a(s) questão(ões). 2. Interpretar e avaliar. 3. Validar. 4. Expressar.

Quadro 17- Etapas e subetapas do ciclo de Biembengut (Fonte: Biembengut, 2016).

Assim, o ciclo de Biembengut foi caracterizado aos alunos em três etapas gerais: percepção e apreensão, compreensão e explicitação, significação e expressão e suas correspondentes subetapas.

9.4.2 Exemplificação do ciclo de modelagem em experimentos deliberadamente escolhidos pelo professor

Iniciou-se essa aula retomando as características do ciclo de Biembengut (2016) ao chamar a atenção para a fase de percepção e apreensão que devem fundamentar a explanação sobre o experimento em estudo, lembrando que o mais importante nesse momento inicial do ciclo de modelagem é levantar questões, isto é, selecionar questões para desenvolver o conteúdo e posteriormente levantar dados. Interliga-se, portanto, este momento inicial com a fase de compreensão e explicitação para levantar hipóteses, expressar dados, desenvolver o conteúdo, exemplificar, formular modelos matemáticos. Fecha-se o ciclo de modelagem com a última etapa,

significação e expressão, para resolver a questão, interpretar e avaliar, validar e expressar as ideias e compreensões.

Para exemplificar o ciclo de Biembengut, teve-se o cuidado na escolha de uma atividade experimental que fizesse parte do conteúdo programático trabalhado pelo professor da disciplina. Mas a tarefa não foi fácil, pois o tema deveria abordar o conteúdo programático do 1º ano do ensino médio. Para Gaspar (2014), é comum os professores se angustiarem por não encontrarem atividades experimentais por meio das quais possam abordar determinados conteúdos, atribuindo tais dificuldades à sua própria incompetência ou despreparo, o que, em geral, não é o caso.

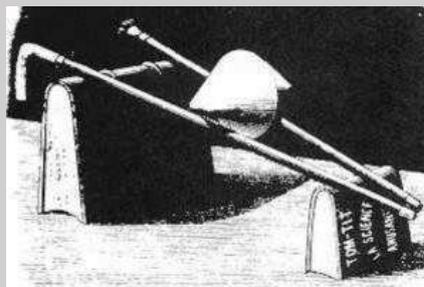
Decidiu-se então exemplificar o ciclo de Biembengut por meio do experimento do cone antigravidade, conforme texto a seguir:

Cone antigravidade

Texto adaptado de: <https://seara.ufc.br/sugestoes-para-feira-de-ciencias/sugestoes-de-fisica/mecanica-2/um-cone-anti-gravitacional/>. Acesso em: 20 fev. 2020.

A figura a seguir mostra a montagem do cone duplo ou cone antigravidade. O objeto que está sobre a rampa é feito com dois funis idênticos, colados um ao outro pela borda larga. A rampa é feita com dois bastões cilíndricos servindo de trilhos. Na parte mais alta a separação entre os trilhos é maior que na parte inferior.

Colocando o funil duplo sobre a rampa ele parece subir, contrariando a gravidade.

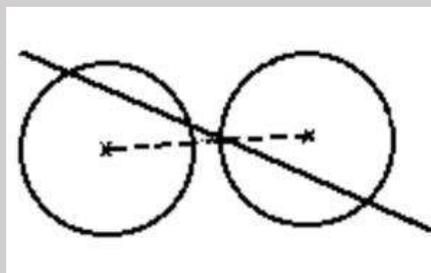


Montagem:

Para montar o experimento, basta separar as extremidades das varetas com uma certa distância na parte superior da rampa inclinada e proceder da seguinte forma: coloca-se o bastão na parte superior da rampa, observando que o bastão desce naturalmente sob a influência da gravidade.

De outra forma, coloca-se o cone ainda na parte superior da rampa e observa-se que o cone não se move. Quando o cone é colocado na base mais do plano verifica-se que ele se movimenta no sentido da rampa mais alta, dando a entender que está subindo.

Levantar um objeto significa alçar seu centro de gravidade para uma posição mais alta. Nessa experiência, enquanto o funil duplo parece subir a rampa, seu centro de gravidade desce.



A figura acima explica essa aparente contradição. Ao fazer a experiência observe cuidadosamente o que acontece com a linha horizontal que passa pelo centro de gravidade do cone duplo (seu eixo de simetria).

Junte essa experiência com outras sobre centro de gravidade.

Após fazer um breve comentário sobre o ciclo de modelagem de Biembengut e chamar a atenção sobre o tema centro de massa, apresentou-se um protótipo do cone antigravidade.



Figura 9-Primeiro autor exemplificando aos sujeitos da pesquisa o ciclo de Biembengut no experimento do cone antigravidade (Fonte: Autores, 2019).

Armou-se o trilho inclinado com nível diferente, os estudantes ficaram apenas observando, todos silenciosamente atentos e prestando atenção no que o primeiro autor desta pesquisa explanava sobre o experimento e sobre o conceito de centro de massa. A saber, que no trilho inclinado, colocando-se o bastão na parte mais alta, este desce por causa da gravidade, como era de se esperar; contudo, ao posicionar o cone duplo na parte mais alta da rampa, este fica imóvel, “desafiando” a lei da gravidade. No entanto, quando o cone duplo foi posicionado na base do trilho inclinado, este começou a subir, desafiando novamente a lei da gravidade. Face a esse conflito cognitivo, as perguntas sobre o bastão e o cone duplo foram surgindo:

- Por que o bastão desce?...por que o cone sobe?... o que está acontecendo (E1).
- Acho que nós temos que pesquisar o porquê disso... (E7).
- Acho que três coisas estão relacionadas... uma diferença da altura... a abertura da base até o topo... o diâmetro do funil [cone duplo] (E3).

Nesse primeiro momento, com base em seus conhecimentos prévios e usando suas próprias linguagens do dia a dia, ou seja, sem recorrer à linguagem formal da física, os próprios estudantes levantaram hipóteses para as perguntas, isso pode ser verificado na fala do estudante E3 ao identificar possíveis variáveis que possam estar diretamente relacionadas ao fenômeno físico: a diferença da altura entre as

extremidades do trilho, a abertura menor do trilho na base e maior no topo e o diâmetro do cone duplo.

De acordo com Moreira (1999), a aprendizagem significativa ocorre quando existem certos tipos de conhecimentos na estrutura cognitiva que servem de apoio ao novo conhecimento, são os conceitos subsunçores que permitem a ancoragem do significado. No caso do relato acima, subsunçores como “diferença de altura”, “abertura da base” e “diâmetro do funil” foram importantes para compreender o que estava acontecendo na modelagem do experimento.

Nessa aula, o foco foi na etapa de percepção e apreensão do ciclo de Biembengut. Tal fase deve ser direcionada para a explicação do experimento em estudo por meio do levantamento de hipóteses, questionamentos, levantamento de dados com vistas ao conteúdo de ensino, no caso, o conceito de centro de massa.

Por fim, foi solicitado que os estudantes se organizassem em equipes para que eles mesmos escolhessem experimentos relacionados ao centro de massa para estudar por meio da aplicação do ciclo de modelagem.

9.4.3 Aprofundamento do ciclo de modelagem em experimentos livremente escolhidos pelos estudantes

Antes de a Equipe 1 apresentar seu experimento sobre a ponte autossustentável de Da Vinci, houve uma rodada de discussão sobre os conceitos físicos presentes no experimento do cone antigravidade. Houve ainda uma retrospectiva do que foi discutido em sala de aula sobre a fase de percepção e apreensão do ciclo de Biembengut.

Capítulo 9 *** Ciclo de modelagem na compreensão conceitual da ponte autosustentável de Da Vinci.

Foi apresentado pela Equipe 1 o equilíbrio da ponte de Da Vinci, cujo objetivo foi encontrar o centro de massa da ponte considerando todo sistema concentrado no centro de massa.

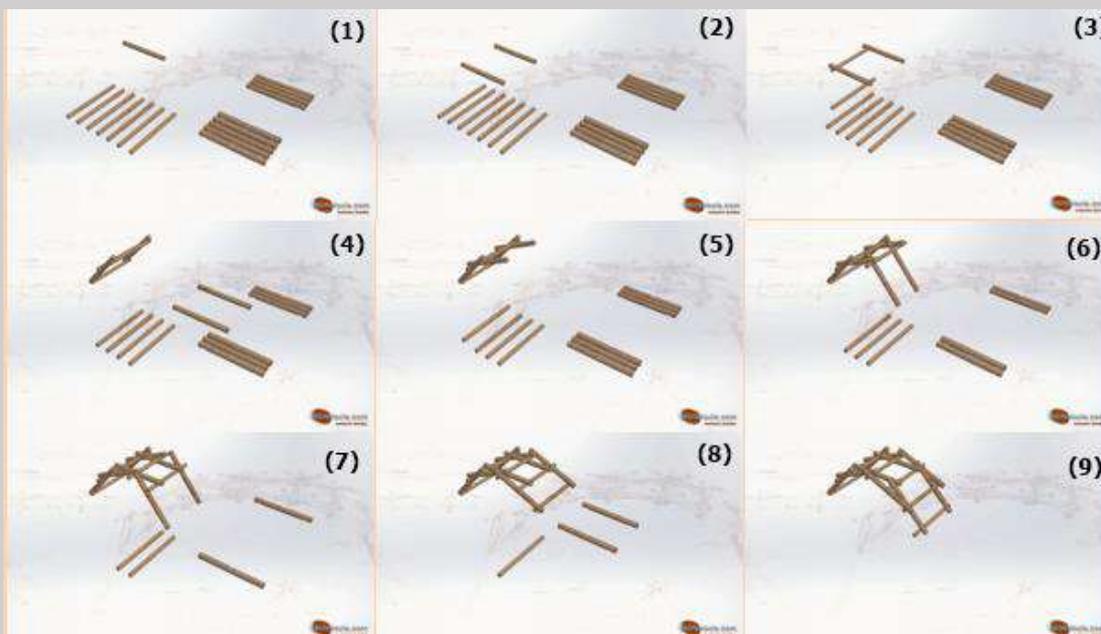
O texto que segue ilustra a montagem da ponte.

Ponte de Da Vinci

Texto adaptado de: <https://www.mdig.com.br/index.php?itemid=40956>. Acesso em 20 fev. 2020.

A ponte autoportante de Leonardo da Vinci é simples de construir, é prática e suporta-se por si mesma sem necessidade de fixar os elementos que formam a estrutura que se entrecruzam entre si. É um clássico das construções com palitos de madeira e fica firmemente unida por seu próprio peso, por sua tendência a cair.

O passo a passo para a montagem da ponte é ilustrado na sequência de imagens a seguir:



Montagem:

- ✓ Escolhe-se uma peça de madeira de boa rigidez;
- ✓ Faz-se bastonetes de diâmetro 1 cm e 21,9 cm de comprimento;
- ✓ Em cada bastonete, a partir 2 cm de cada extremidade, faz-se uma cava de 0,5 cm para o encaixe;
- ✓ No centro do bastão do lado oposto também se faz uma cava de 0,5 cm que será encaixado em um outro bastão liso;
- ✓ A ponte deverá ser montada a partir de dois bastões na vertical e no encaixe do centro coloca-se um bastão liso;
- ✓ Na extremidade dos bastões verticais coloca-se outro bastão liso e, em seguida, coloca-se dois bastões por dentro dos bastões com o encaixe;
- ✓ Esperando o terceiro bastão liso na horizontal e, assim, sucessivamente, formando a ponte de Da Vinci.

Leonardo, em sua busca de soluções simples para grandes problemas, apresentou esta ponte no *Codex Atlânticus*. A ideia era poder construir uma ponte de forma simples e rápida para transpor pequenos obstáculos. O interessante desta estrutura é que uma vez terminada, nenhuma peça pode sair de sua posição, não sendo necessário nenhuma conexão entre as barras.

Para a equipe, esta demonstração foi bastante esperada em função da expectativa para abordar os conceitos físicos inseridos no experimento.

Capítulo 9 *** Ciclo de modelagem na compreensão conceitual da ponte autosustentável de Da Vinci.



Figura 10-Estudantes da Equipe 1 apresentando o experimento sobre o equilíbrio da ponte de Da Vinci (Fonte: Autores, 2019).

O modelo matemático elaborado por esta equipe para compreender conceitualmente o experimento é apresentado a seguir, nota-se que esse modelo é constituído basicamente por dois tipos de ferramentas de representação: diagrama (a) e texto escrito.

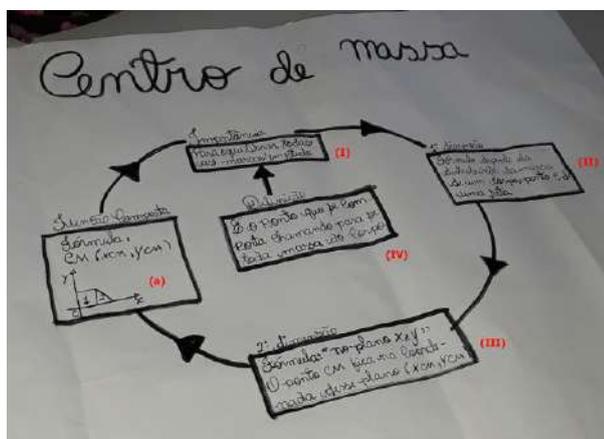


Figura 11-Modelo matemático elaborado pela Equipe 3 para analisar o experimento sobre o equilíbrio da ponte de Da Vinci (Fonte: Autor, 2019).

Observa-se que o modelo matemático elaborado pela Equipe 1 centraliza sua estrutura sistêmica que, segundo Souza (2018), pode ser representada utilizando diagramas esquemáticos, sendo responsável por especificar a composição, o ambiente

e as conexões do sistema modelado. Nota-se que a equipe também representou a estrutura sistêmica do modelo por meio de um mapa conceitual cíclico que interliga os principais conceitos presentes no experimento. Dessa maneira, o mapa conceitual relaciona as noções de equilíbrio, centro de massa em uma dimensão, centro de massa em duas dimensões, equação do centro massa, definição do centro de massa.

O uso de diagramas e do texto escrito para sistematizar o modelo matemático, pode catalisar o processo de argumentação científica em função dos modelos mentais subjacentes ao ato da compreensão do experimento (SOUZA, 2018). Na prática discursiva, esses modelos mentais podem sustentar o uso de conceitos e de procedimentos durante a fala dos estudantes.

Ao especificar as unidades de contexto no modelo matemático, identifica-se na parte superior da figura acima (I) a ênfase no conceito de equilíbrio do centro de massa da ponte: “para equilibrar todas as massas em estudo”. Na lateral direita, identifica-se a ideia de centro de massa considerando a ponte em uma dimensão na seguinte unidade de contexto (II) “fórmula depende distribuição da massa de um corpo, ponto C de uma reta”. Na parte inferior da figura, identifica-se a ideia de centro de massa considerando a ponte em duas dimensões (III) “fórmula: no ponto x, y . O ponto cm fica na coordenada desse plano (x_{cm}, y_{cm}) ”. Na lateral esquerda da figura, identifica-se o conceito de função composta na unidade de contexto (a) “fórmula: $CM(x_{cm}, y_{cm})$ ”. Por fim, na parte central da figura, identifica-se a definição do conceito de centro de massa na seguinte unidade de contexto (IV) “é o ponto que se comporta chamando para si toda massa do corpo”. A análise sugere que a organização do pensamento dos estudantes para compreender conceitualmente o experimento parece estar diretamente relacionado à organização do modelo matemático elaborado para entender tal experimento. O ciclo de modelagem parece ter sido um fator importante para direcionar o discurso dos estudantes durante a compreensão da ponte de Da Vinci.

Destaca Ausubel (1982) que a essência do processo de aprendizagem significativa está nas ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira

não-arbitraria e substantiva ao que o aluno já sabe, isto é, algum aspecto relevante da sua estrutura de conhecimento. Como já se frisou anteriormente, para este autor, o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe, ou procura saber. Desse modo, os estudantes da Equipe 1 sustentaram inferências com base em seus conhecimentos prévios construídos devido à elaboração do modelo matemático, possibilitando compreensão consubstanciada do experimento.

9.4.4 Socialização colaborativa de dúvidas

Para iniciar esse momento, o primeiro autor desta pesquisa recapitulou os conceitos abordados no experimento da ponte de Da Vinci, a saber: equilíbrio, centro de massa, centro de gravidade. Em seguida, deixou-se que os estudantes manifestassem suas dúvidas sobre os assuntos estudados.

Um dos alunos tomou a palavra e exemplificou que “o centro de massa de qualquer objeto é quando eu pego uma barra e posiciono ela no dedo para equilibrar na posição horizontal”. Depois que este aluno falou, os outros alunos discutiram reflexivamente e foram levados a entender que o centro de massa era o ponto de equilíbrio do objeto no exemplo dado. Os outros fizeram perguntas que eram respondidas por ele com segurança e, quando as perguntas lançadas envolviam algum assunto fora do contexto conceitual, por exemplo, oscilação forçada, a dúvida era mediada pelo pesquisador.

Um estudante apresentou um resumo na forma da exposição oral que mostrou o percurso de ideias sobre modelagem e o centro de massa através da atividade experimental.

Outro aluno apresentou um estudo do centro de gravidade de figuras planas. Para isso, ele fez uma breve recapitulação sobre figuras geométricas planas. O

experimento consistia em colocar um lápis na vertical e equilibrar na ponta os recortes das figuras planas na horizontal. Verificou-se que o sistema em equilíbrio considerava o seu centro de massa. O desafio para quem estava assistindo apresentação foi investigar como fazer para equilibrar uma arruela. Um aluno com uma régua calculou o centro da arruela dividindo em quatro partes e traçou um risco com o lápis e do mesmo modo fez na outra metade da figura encontrando o centro de massa da arruela e equilibrando na ponta do lápis.

Outro aluno demonstrou o equilíbrio de um sistema com vários objetos de diferentes massas. Para isso, ele coletou materiais tais como: dois garfos de metal, palitos de dente e cortiças. O experimento foi montado de forma que os dois garfos foram cravados entrelaçando os dentes. Uma ponta do palito deveria ser presa nos garfos e a outra ponta posicionada em cima cortiça de modo a fazer com que os garfos ficassem equilibrados ou “flutuando no ar”. O aluno explicou que isso acontece devido ao ponto de equilíbrio, ou seja, o ponto onde os dois lados do sistema têm o mesmo peso. A ponta do palito é exatamente o ponto em que os pesos se equivalem. Os cabos dos garfos pesam o mesmo que a parte com dentes. O ponto de equilíbrio é o ponto onde o peso de qualquer objeto fica igualmente distribuído. O aluno frisou ainda que o equilibrista usa o mesmo princípio para se manter sob uma corda. Ele procura, com a ajuda de uma vara, o ponto de equilíbrio do seu corpo.

9.4.5 Transferência do ciclo de modelagem a situações de outras classes

Nesse encontro, o professor da turma passou como atividade de classe um trabalho que seria somado à nota do 2º bimestre. O Tema do trabalho foi “Velocidade Média” e deveria ser apresentado conforme o entendimento dos alunos usando a modelagem matemática.

A Equipe 1 apresentou um problema do livro texto que consistia em calcular a velocidade média de um carro em movimento sobre uma via horizontal.

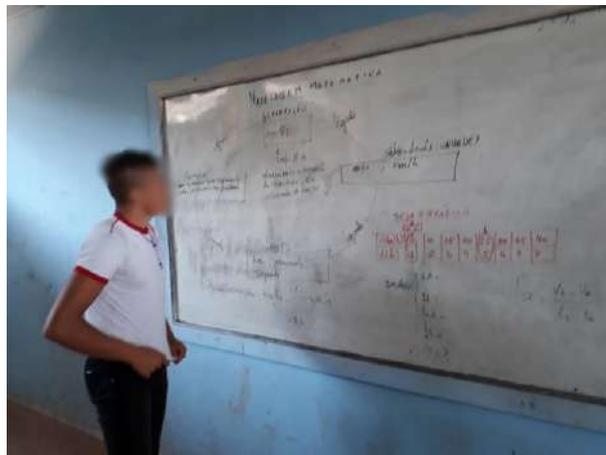


Figura 12-Representante da Equipe 1 fazendo a explicação do modelo matemático da velocidade média (Fonte: Autores, 2019).

Nota-se que o modelo matemático da Equipe 1 focaliza sua estrutura sistêmica ao especificar as conexões, o ambiente, a composição do problema modelado (SOUZA, 2018). Ou seja, tal modelo relaciona as noções de espaço, tempo, equação de velocidade e definição de velocidade média em um mapa conceitual que interliga tais conceitos. Importante destacar que o mapa conceitual do problema foi importante para que os estudantes raciocinassem cientificamente sobre sua resolução.

Diante do exposto, presume-se que o ciclo de modelagem realizado anteriormente para a atividade experimental também foi utilizado por esta equipe para compreender conceitualmente o problema sobre velocidade média.

9.5 Considerações finais

A ênfase maior deste trabalho foi investigar como o ciclo de modelagem pode promover a compreensão conceitual do experimento da ponte autossustentável de Da Vinci.

Com base nos dados produzidos e analisados, ficou claro que, para os estudantes participantes da pesquisa, o ciclo de modelagem foi entendido como o uso de uma sequência de pensamentos que ajuda o aluno na fixação de conceitos, na exposição de trabalhos na sala de aula e que pode também ser trabalhado a interdisciplinaridade, a transversalidade, mostrando para este aluno uma aprendizagem de física dinâmica e que a modelagem pode ser útil em sua vida fora do ambiente escolar.

O importante é que a modelagem matemática seja um instrumento capaz evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino. Por exemplo, se um indivíduo que faz uma explanação, seja ele, digamos, professor ou aluno, une dois conceitos, através de uma linha, ele deve ser capaz de explicar o significado da relação que vê entre os conceitos e discorrer sobre o tema a que se propõe, isto vem ajudar quando o expositor lança mão do ciclo de modelagem como uma técnica para organizar sequencialmente o aporte de cada conceito.

Ressalta-se ainda que foi aplicado um questionário e houve um resultado não muito favorável em relação à disciplina Física. O resultado da avaliação do primeiro bimestre com notas muito baixas tornava a turma sem muito interesse. Após a apresentação dos ciclos de modelagem e a proposta de mudança em relação a aprendizagem, o resultado mudou para uma turma mais motivada e até com notas melhores. A turma aprendeu a organizar o pensamento por meio da modelagem, a partir de então, foram se empenhando e mostraram suas potencialidades em utilizar a

modelagem a seu favor para uma melhor compreensão dos assuntos que o professor da turma iria expor. Assim, tanto o pesquisador quanto os alunos lograram êxito diante da proposta de utilizar ciclos de modelagem como promotor de compreensão conceitual em física.

Referências

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

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 2001. 253 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2004.

BASSANEZI, R. C. **Modelagem matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015. BRASIL.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na educação matemática e na ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto, 1984.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular-BNCC**. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 05 abr. 2020.

BURAK, D. **Modelagem matemática**: ações e interações no processo de ensino aprendizagem. Tese de Doutorado em Educação-UNICAMP, São Paulo, 1992.

BURAK, D. Uma perspectiva de modelagem matemática para o ensino e a aprendizagem de matemática. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E (Orgs.).

Modelagem matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016 (Livro Digital em Epub).

BURAK, D.; ARAGÃO, R, M. R. **A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa.** Curitiba: CVR, 2012.

CHAVES, M. I. A.; ESPÍRITO SANTO, A. O. **Modelagem matemática:** uma concepção e várias possibilidades. Boletim de Educação Matemática. Rio Claro, ano 21, n. 30, Fev. 2008.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V., P. **Pesquisa de métodos mistos.** 2 ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de física:** uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: editora Livraria da física, 2014.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva.** 3 ed. Rio Grande do Sul: Unijui, 2016, 224p.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

SOUZA, E.S.R. **Modelagem matemática gerando ambiente de alfabetização científica:** discussões no ensino de física.2018.237f. Tese (Doutorado em Educação e Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Mato Grosso/Universidade Federal do Pará, Belem,2018.

10

Modelagem matemática e o manejo na produção de açaí: uma aproximação potencializadora no ensino de matemática em uma comunidade ribeirinha da Amazônia

Boaventura Neto Souza da Cruz³¹

Rodolfo Maduro Almeida³²

³¹ Professor da Rede Municipal de Ensino-Gurupá-PA. E-mail: boaventurasouzac@hotmail.com.

³² Docente da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). E-mail: rodolfomaduroalmeida@gmail.com.

10.1 Introdução

O açaí é o fruto do açazeiro (*Euterpe oleracea*, família *Palmae*), uma espécie de palmeira nativa da várzea da região amazônica. O cultivo e o consumo do açaí são atividades profundamente enraizadas na identidade cultural da população ribeirinha da Amazônia. Devido a ampla popularização do consumo do açaí nos dias de hoje, o seu cultivo tornou-se uma das principais fontes de renda, causando um impacto positivo na economia local de comunidades ribeirinhas da Amazônia (Valles, 2013).

Os atravessadores (comerciantes ribeirinhos) compram o produto produzido pelos ribeirinhos, e o levam para consumo em centros mais populosos da região e para exportação. O produto é transportado em embarcações com infraestrutura apropriada para a sua condução, mantendo-o conservado por mais tempo. Com o expressivo número de atravessadores, a procura pelo produto aumenta, resultando no aumento de preço, o que desperta no extrativista o desejo de aumentar sua produção.

O manejo dos açazeiros é uma ação muito apropriada para que haja o aumento na produção do açaí em mata nativa. Conforme Azevedo (2005, 2010), esse manejo consiste no emprego de diversas técnicas, dentre as quais pode-se destacar: o enriquecimento, quando são cultivados novos pés na área através do semeio ou plantio de mudas ao longo da área; a roçagem, quando ocorre a limpeza da superfície para facilitar o cultivo e extração de frutos; o raleamento da mata, quando árvores da mata nativa com baixo valor econômico são derrubadas para aumentar a insolação sobre os açazeiros; e o desbaste de estipes, que consiste na remoção de estipes das touceiras³³ de açaí com o intuito de diminuir a concorrência por água, luz e nutrientes para conseqüentemente aumentar a produção de frutos. Todas estas técnicas são sustentadas por diretrizes padronizadas, baseadas em estudos que quantificam o

³³ Conjunto de vários pés de palmeiras originadas a partir do caule da palmeira principal.

ambiente de produção em termos de área total de cultivo, de números de touceiras por área manejada, de número de estipes por touceira, e comprimento de estipes (MAPA, 2012).

O presente artigo se propõe explorar esse tema dentro da realidade do ensino de matemática no ambiente escolar em uma comunidade ribeirinha da região amazônica. A estratégia de trazer o contexto econômico, social e cultural dos alunos para a prática de ensino surge pela necessidade em dar significado aos conceitos matemáticos, aproximando os conteúdos à realidade. Dentre as vertentes da educação matemática que trabalham o cotidiano, optamos pela modelagem matemática, que de acordo com Zorzan (2007), busca conectar a matemática ao mundo real, onde os conteúdos matemáticos são desenvolvidos e aplicados em problemas e temas oriundos do contexto vivenciado pelo próprio aluno.

Aborda-se a modelagem matemática no ensino de matemática como prática pedagógica que se desenvolveu a partir da temática do manejo do açaí em mata nativa em uma comunidade ribeirinha na Amazônia. As atividades foram aplicadas a 12 alunos do 8º e 9º anos do ensino fundamental de uma escola da rede pública municipal de ensino da comunidade rural de Santa Maria do Aracuteua, no município de Gurupá, nordeste do estado do Pará, uma comunidade ribeirinha que possui estreita identidade cultural e econômica com a atividades extrativistas, cuja alimentação básica vem da caça, da pesca, do consumo de frutas e do açaí, que fica situada na margem direita do rio Amazonas, a cerca de 13 quilômetros da sede do município.

O presente texto é estruturado conforme descrito a seguir. Na seção 2 é realizada uma breve fundamentação teórica sobre modelagem matemática no ensino de matemática e sobre o ciclo de modelagem matemática utilizado neste trabalho. Na seção 3 são apresentados os aspectos metodológicos. Na seção 4 são apresentados e discutidos os resultados. Na seção 5 encontram-se as conclusões deste trabalho.

10.2 Modelagem matemática no ensino de matemática

Esta seção destaca uma breve fundamentação teórica sobre a aplicação da modelagem matemática como estratégia didática no ensino de matemática, bem como apresenta algumas concepções sobre modelagem matemática e modelo matemático, que permitirão uma visão geral sobre essa estratégia de ensino.

No decorrer da seção é possível verificar que não existe um consenso quanto ao entendimento do que seja um modelo matemático, uma vez que este se mostra um conceito flexível, e cada autor defende seu ponto de vista.

Do mesmo modo, existem várias concepções de modelagem matemática no âmbito do ensino, e como consequência, são propostos vários ciclos que definem a prática da modelagem matemática no ensino de matemática. Cada professor pode adotar um de sua escolha para desenvolver sua aula, seja ela em apenas um único momento, ou em um projeto de longa duração. Neste trabalho, adotou-se o uso do ciclo de modelagem de David Hestenes, que é descrito na parte final desta seção.

De acordo com Perez (2010 p. 54 apud Perez e Paulo, 2015 p. 2) a modelagem matemática é entendida como “um solo para a construção de um ambiente de aprendizagem que permita ao aluno se expressar pela linguagem matemática, buscando comunicar-se sobre problemas do mundo contemporâneo, e, ainda, sobre o modo como eles veem esses problemas e os interpretam”.

Nesse sentido, a modelagem matemática chama a atenção, visto que boa parte do que os estudantes já conhecem é aproveitado para explorar o conhecimento matemático, valorizando sua realidade e despertando interesse na busca do conhecimento a respeito do tema trabalhado.

Para Almeida (2010), a modelagem matemática é uma maneira de resolver uma situação-problema que surge no dia a dia, em que o indivíduo visa obter uma

solução por meio da matemática, usando procedimentos como: a busca de informações, a identificação e a seleção de variáveis, a elaboração de hipóteses, a simplificação, a construção de um modelo matemático que facilita a compreensão e a interpretação da solução e a comunicação para outros a quem se pretende informar.

A ideia de modelo matemático é descrita em diversas linguagens de acordo com a concepção de cada autor que se aventura a dar uma definição à essa expressão. Para Bassanezi (2006, p. 20), modelo matemático é “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”. Para o autor, a importância do modelo matemático consiste em se ter uma linguagem resumida que expressa a ideia de maneira clara e concisa, além de proporcionar um arsenal enorme de resultados que propiciam o uso de métodos computacionais para calcular suas soluções numéricas. Já para Almeida et al (2019 p. 14), diferentes sistemas de representação podem ser associados a um modelo matemático, tais como equações, tabelas e gráficos.

Em quase todas as atividades humanas surge um problema real e, para a resolução deste, busca-se estratégias. Essas estratégias são modelos criativos empíricos utilizados para a resolução de tal problema, e acredita-se que a essência da modelagem está presente no dia a dia de cada indivíduo. Nesse contexto, conforme discutido por Fernandes e Santos Junior (2012), podemos até considerar que a modelagem matemática seja um processo artístico, que parte do aspecto criativo e avança com a investigação científica, intuição apurada, e um conhecimento matemático que melhor se ajusta às questões relacionadas com o tema.

Conforme apresentado por Biembengut e Hein (2018), a prática da modelagem matemática como método de ensino de matemática se pauta em cinco passos, conforme descritos a seguir. No primeiro passo ocorre o diagnóstico, em que é a realidade socioeconômica dos alunos é analisada, com intuito de realizar o levantamento de temas de interesse, e de acordo nível de conhecimento que os alunos possuem acerca destes, e é verificada as condições intraclasse e extraclasse para se explorar o tema com os alunos. No segundo passo ocorre a escolha do tema, a

adequação do uso do tema para explorar um conteúdo programático em questão. No terceiro passo ocorre o desenvolvimento do conteúdo programático, onde se dá a exposição do tema, o levantamento de questões relacionadas com o tema, a formulação das questões e sua associação com o conteúdo programático, a resolução das questões com o uso do modelo matemático relacionado, e a avaliação dos resultados obtidos a fim de avaliar o modelo e propor melhorias. No quarto passo ocorre a orientação de modelagem, em que a criatividade dos alunos é incentivada, sendo induzidos a pesquisar sobre o tema, coletar informações, formular questões associadas ao tema, resolvê-las aplicando o conteúdo matemático, para depois apresentar de forma oral e escrita os resultados obtidos. Por fim, no quinto passo ocorre a avaliação do que os alunos produziram, como coletaram informações sobre o tema, as questões levantadas e como o conhecimento matemático explorado para resolvê-las, a quão adequadas foram as soluções das questões encontradas e como foi feita a exposição dos resultados.

Com base nos passos acima descritos, entende-se que por meio da modelagem matemática os alunos passem a relacionar situações do cotidiano com problemas matemáticos e, assim, possam descobrir alternativas para a solução da questão ou situação-problema. Neste sentido a escolarização por meio da modelagem matemática vem contribuir no desenvolvimento socioeconômico e cultural dos alunos, no qual eles venham a ser os autores de suas próprias histórias, sabendo identificar uma situação-problema e qual conteúdo matemático pode utilizar para resolvê-la, acima de tudo, com a postura crítica e questionadora da realidade.

Para Giongo e Kuhn (2016), as atividades de modelagem são consideradas como oportunidades para explorar os papéis que a matemática desenvolve na sociedade. Segundo os autores, nem matemática, tampouco a modelagem são “fins”, mas sim “meios” para questionar a realidade “vivida”, o grande desafio é ajustar de forma explícita a modelagem matemática com o tema do cotidiano. Esses autores argumentam que a modelagem matemática foi se reinventando com o passar do tempo. Atualmente, não existe um único modo de com ela se operar. Nesse sentido,

essa tendência pode estar ligada à noção de trabalho de projeto em que os alunos são organizados em grupos e cada qual desenvolve uma investigação por meio da matemática, tendo como foco seu tema de interesse e, ao mesmo tempo, contando com o acompanhamento e auxílio do professor.

Assim, a modelagem matemática é uma das novas tendências relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem que surgem como uma possibilidade de levar ao educando assuntos matemáticos para a prática do seu dia a dia contextualizando o abstrato, ela não tem um padrão único de aplicar e nem uma série específica a ser aplicada depende muito do entendimento do professor de como ele faz a leitura da problematização. Esse modelo de ensino tende a levar ao educando assuntos que vai do concreto, ao abstrato, ela é uma ferramenta pedagógica alternativa que ajuda na compreensão dos assuntos matemáticos quando parte de um bom planejamento (ZORZAN, 2007).

Essa tendência tem como objetivo conectar a realidade com a matemática, promovendo o estudo a partir do mundo vivido/concreto para a análise dos conteúdos abstratos e a resolução de problemas que propiciam a compreensão e a constituição de saberes e alternativas para o contexto. Para Biembengut & Hein (2018, p. 7), modelagem matemática é a “arte de expressar por intermédio de linguagem matemática situações-problema de nosso meio, tem estado presente desde os tempos primitivos.”. Os autores enfatizam que desde a antiguidade a modelagem sempre foi utilizada para a solução de problemas, mas que nem sempre foi instituída da maneira como hoje conhecemos, e somente a pouco mais de 40 anos a modelagem matemática ganhou forma e dimensão como tendência no ensino.

Decerto que na literatura existem diversas didáticas interessantes em modelagem matemática. Contudo, dois fatores contribuem fortemente para optarmos pelo ciclo de modelagem de David Hestenes (HESTENES, 2010). Um deles é que esse ciclo sustenta o uso compartilhado de múltiplas ferramentas de representação e de comunicação como importante para a reformulação de modelos mentais inconsistentes sobre o mundo real. O outro fator é que se trata de uma didática que focaliza a

Capítulo 10 *** Modelagem matemática e o manejo na produção de açaí: uma aproximação potencializadora no ensino de matemática em uma comunidade ribeirinha da Amazônia.

argumentação científica entre grupos colaborativos de estudantes durante a elaboração e a implementação de modelos matemáticos.

De maneira geral, o ciclo de modelagem de Hestenes pode ser organizado em dois estágios principais, que são a elaboração do modelo e a implementação do modelo, conforme estruturado na figura seguinte. No primeiro estágio, ocorre a elaboração de um modelo matemático a partir de um problema comum aos grupos colaborativos. No segundo estágio, advém a implementação da estrutura epistêmica do modelo matemático por meio da resolução colaborativa de problemas diversos. Cada um desses estágios possui subetapas com características mais ou menos distintas a serem realizadas pelos estudantes sob orientação docente.



Figura 13-O ciclo de modelagem de Hestenes (Fonte: Souza, 2018).

O primeiro estágio do ciclo de modelagem de Hestenes, denominado elaboração do modelo, inicia com a descrição do problema. O problema pode ser proposto pelo professor ou pelos grupos de estudantes. O importante é que seja atendido tanto os objetivos pedagógicos quanto o interesse dos estudantes pelo tema de pesquisa (SOUZA, 2018). Heidemann (2015, p. 41) ressalta que o momento inicial do ciclo de modelagem pode ser contextualizado de diferentes maneiras: “[...]”

podendo ser explorados vídeos, simulações computacionais, experimentos de laboratório etc.”.

A proposta de que o problema inicial não se concentre em experimentos produzidos de maneira controlada em laboratório parece interessante aos objetivos da presente pesquisa, principalmente considerado o contexto educacional brasileiro e amazônico. Isso porque, problemas cujas temáticas façam parte do cotidiano dos estudantes, podem suscitar discussões que conduzam a uma postura crítica diante de desafios socioculturais.

O objetivo principal da descrição do problema é evidenciar princípios, leis, teorias, variáveis e constantes; ou seja, grandezas científicas que se inter-relacionam no contexto da situação enfrentada. Hestenes (1987) argumenta que a descrição de um problema é norteadada por alguma teoria científica, pois é a teoria que especifica quais tipos de objetos e de propriedades podem ser modelados e quais tipos de modelos podem ser desenvolvidos.

Para iniciar a etapa de laboratório de investigação, a classe é organizada em grupos colaborativos de em média três a cinco componentes. Ressaltamos que a palavra laboratório não deve ser entendida como um ambiente fechado cheio de equipamentos técnicos especializados, mas um momento em que serão planejadas e realizadas atividades que envolverão a observação de campo, a experimentação, a prática de determinada arte ou habilidade, enfim, os erros e os acertos.

Heidemann (2015) chama atenção que na etapa de investigação laboratorial os estudantes envolvem-se em experimentações para resolver o problema proposto. Conforme a necessidade dos grupos, o professor apresenta novas ferramentas de representação (equações, gráficos, tabelas, diagramas etc.), uma vez que a habilidade de modelar, portanto, de compreender, depende das ferramentas de representação disponíveis.

O produto do laboratório de investigação é um modelo matemático, ou seja, um conjunto de representações simbólicas que devem ser logicamente coordenadas fazendo-se uso de múltiplas ferramentas de representações e de comunicação. Para isso, são de fundamental importância os whiteboards, pequenos quadros brancos de aproximadamente 80 cm x 60 cm, conforme exibido na Figura 2. Cada whiteboard sistematiza um modelo matemático (ou parte dele) que será defendido e discutido coletivamente pelos grupos colaborativos. Importante ressaltar que a ideia de modelo matemático no ciclo de Hestenes não se restringe a uma equação matemática, mas envolve um conjunto de ferramentas matemáticas objetivas associadas a modelos mentais subjetivos (SOUZA, 2018).

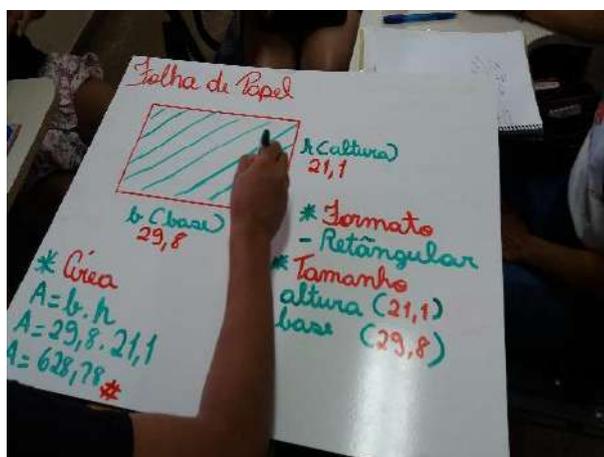


Figura 14-Produção de registros em um whiteboard (Fonte: Os autores, 2019).

Na primeira sessão de whiteboard, as equipes apresentam seus modelos matemáticos e justificam procedimentos e raciocínios. Heidemann (2015) chama a atenção que os grupos justificam suas conclusões de forma oral e escrita, enquanto as ferramentas de representação destacadas nos whiteboards aprimoram a capacidade de argumentação dos estudantes. [...] A participação ativa dos estudantes nas etapas anteriores do ciclo de modelagem melhora a qualidade dessa discussão de encerramento (HEIDEMANN, 2015, p. 43).

Nesse processo argumentativo, conforme os modelos matemáticos vão sendo compartilhados pelos grupos, as discussões entre os pontos convergentes e os

pontos divergentes permitem compreensão comum sobre a estrutura epistêmica de um modelo geral, aprofundado no segundo estágio do ciclo de modelagem: a implementação do modelo. As atividades de implementação do modelo matemático são importantes porque os estudantes aprofundam compreensões ao ramificarem sua estrutura epistêmica na análise de aspectos físicos do fenômeno investigado. Hestenes (1987) sublinha que a ramificação é um processo principalmente matemático e é importante para se trabalhar propriedades e implicações especiais do modelo matemático. Por exemplo, no caso da mecânica newtoniana, equações de movimento são resolvidas para determinar trajetórias com várias condições iniciais, resultados são representados e analisados analiticamente e graficamente. Quando existe necessidade e condições apropriadas, o modelo matemático é validado pela avaliação empírica, em alguns casos, a validação envolve refinados experimentos de laboratório.

Conforme esquematizado na Figura 13, a implementação do modelo inicia com a resolução colaborativa de problemas diversos. Problemas esses que suscitem a estrutura epistêmica do modelo matemático em foco. Nesse sentido, podem-se utilizar problemas adaptados do livro-texto, testes de múltipla escolha, questões conceituais, experimentos de baixo custo ou de laboratório técnico, simulações computacionais etc. Importante ressaltar que não se trata de uma lista de exercícios repetitivos, mas preza-se pela qualidade de poucos problemas a serem investigados colaborativamente pelos grupos.

Para sistematizar por escrito as soluções dos problemas de ramificação do modelo, as equipes produzem relatórios em que organizam suas respostas focalizando conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como discussões críticas. O relatório é importante como forma de incentivar a produção textual colaborativa entre os integrantes do grupo colaborativo. A produção grupal dos relatórios possibilita que os estudantes aprofundem compreensões ao terem que pesquisar e discutir sobre conceitos e procedimentos que consideram relevantes de serem expostos no texto escrito. Nesse sentido, a produção do relatório tem mostrado ser relevante como gerador de debates e de reflexões entre os integrantes de uma mesma equipe,

possibilitando profundas discussões na próxima etapa do estágio de implementação do modelo.

Na segunda sessão de whiteboard, os grupos colaborativos sistematizam e defendem as soluções aos problemas de implementação do modelo, justificando procedimentos e pensamentos com argumentos científicos. O professor assume a importante tarefa de orientar o discurso de modelagem de modo a fazer com que os estudantes insiram suas justificativas em teorias e em leis físicas. Conforme as soluções dos problemas vão sendo compartilhadas e refinadas, a estrutura epistêmica do modelo matemático ganha novos significados, que favorecem compreensões e aplicações em novas situações.

Resta dizer que a avaliação do ciclo de modelagem de Hestenes é formativa no decorrer de todo o processo de modelagem. No entanto, o professor pode checar de alguma maneira a aprendizagem individual dos estudantes e decidir em resolver outros problemas ou iniciar novo ciclo para o estudo de outro campo conceitual.

10.3 Aspectos metodológicos

Nesta seção apresenta-se os aspectos metodológicos utilizados neste trabalho. Inicia-se com uma caracterização do local da pesquisa. Em seguida, descreve-se os passos para a aplicação da modelagem matemática no ensino, seguindo o ciclo de modelagem de Hestenes, e tomando como tema o manejo do açaí em mata nativa.

10.3.1 Caracterização do local da pesquisa

A presente pesquisa foi aplicada em uma escola pública de ensino fundamental da rede municipal do município de Gurupá, estado do Pará, situada na comunidade ribeirinha de Santa Maria do Arucateua, distante a cerca de 13 km da sede municipal, na margem direita do rio Amazonas. O município de Gurupá situa-se geograficamente no nordeste do estado do Pará, área conhecida como “região das ilhas”, em referência ao arquipélago de Marajó. Possui uma área de 8.540,1 km², e sua população total, de acordo com as informações do Censo do ano de 2010 (IBGE, 2012), é de 29.060 habitantes, caracterizando uma densidade populacional de 3,4 habitantes por km². O Censo 2010 também mostra que grande parte dos seus habitantes residem na zona rural (cerca de 67% dos habitantes). A sede do município de Gurupá encontra-se situada à margem direita do Rio Amazonas, em terra firme, sendo uma cidade ribeirinha, e com o principal acesso por via fluvial. Por via fluvial está distante a cerca 500 quilômetros da cidade de Belém, capital do estado do Pará. O tempo de viagem de navio neste percurso leva cerca de 30 horas (Magalhães, 2009). As embarcações de pequeno e médio porte são os principais meios de transporte na região.

A Figura 15 mostra a localização do município de Gurupá e da escola. O acesso à escola é por via fluvial, sendo destinada a atender a população predominantemente ribeirinha da comunidade e suas imediações. A Figura 4 mostra a localização da escola e seu entorno, caracterizado por mata fechada, e a principal forma de acesso é pelo rio Amazonas. Em frente à escola, encontra-se a ilha de Gurupaí, uma das ilhas que constituem o arquipélago de Marajó. Os habitantes da região no entorno da escola possuem profunda relação cultural e econômica com atividades agroextrativistas, e possuem conhecimento de múltiplas atividades de manejo voltadas para produção do açaí, agricultura, criação de pequenos e médios animais, criação de peixe, extrativismo vegetal e animal, e pesca de camarão ou peixe (SANTANA, 2016). A Figura 5 mostra a vista frontal do prédio da escola, que tem edificação feita em madeira, com cerca de 850 m² de área construída, sem rede de

Capítulo 10 *** Modelagem matemática e o manejo na produção de açaí: uma aproximação potencializadora no ensino de matemática em uma comunidade ribeirinha da Amazônia.

esgoto, sem energia elétrica, o lixo produzido é destinado para a queima. Possui quatro salas de aula e a modalidade de ensino na escola é regular, abrigando as séries pré-escola (4 e 5 anos) e ensino fundamental.

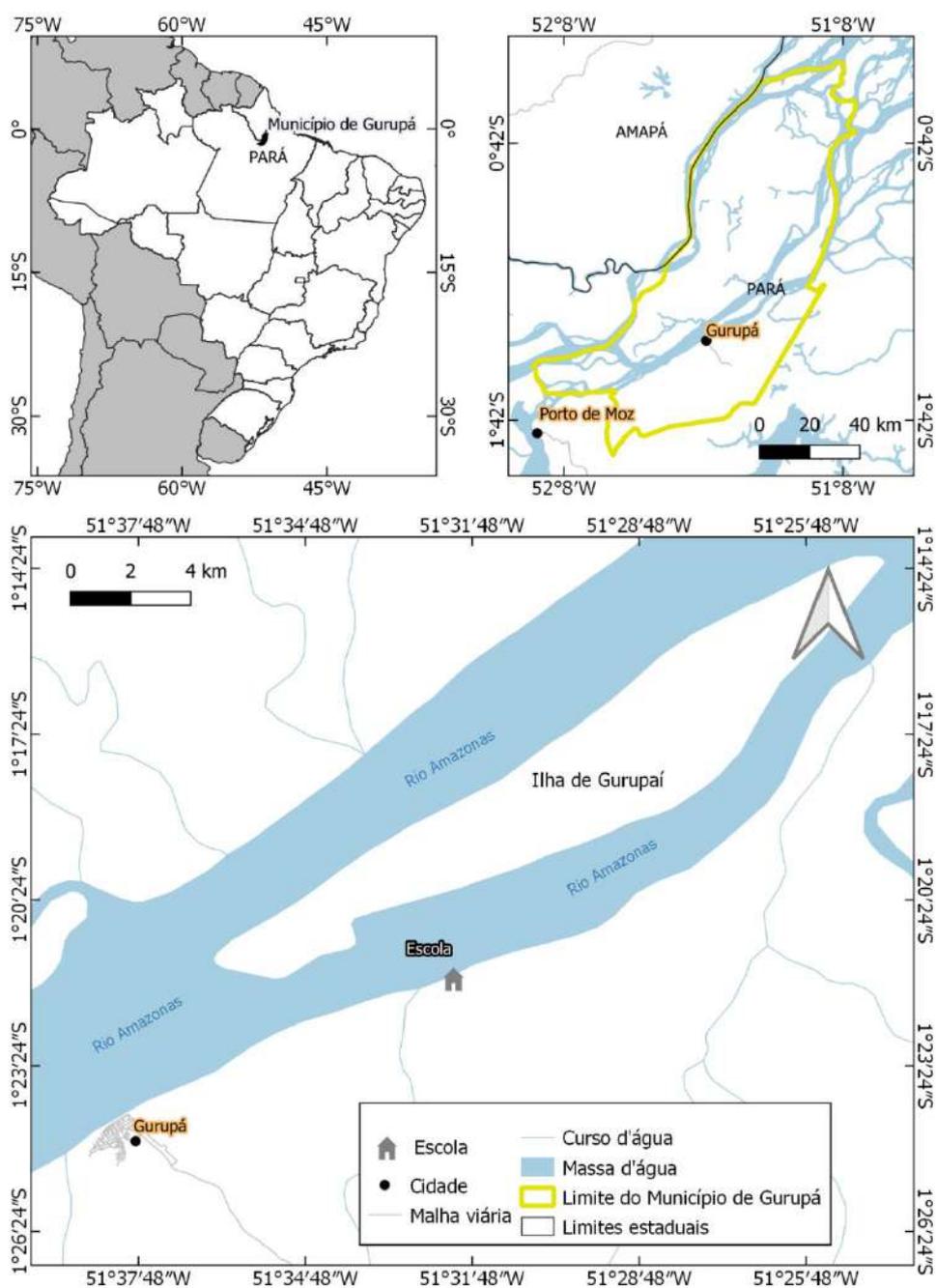


Figura 15-Mapa de localização da escola, no município de Gurupá, estado do Pará (Fonte: Os autores, 2020).

Capítulo 10 *** Modelagem matemática e o manejo na produção de açaí: uma aproximação potencializadora no ensino de matemática em uma comunidade ribeirinha da Amazônia.



Figura 16-Localização e vista frontal do prédio da escola (Fonte: Os autores, 2020).

10.3.2 Aplicação da modelagem matemática no ensino

Nesta seção são detalhados os procedimentos metodológicos para a aplicação da modelagem matemática no ensino, tomando como contexto o manejo do açaí. As etapas utilizadas para a estruturação dos procedimentos foram: planejamento das atividades, coletas de dados da área amostral e entrevista com o produtor de açaí, organização e apresentação dos dados da pesquisa de campo, elaboração de problemas matemáticos e, por fim, avaliação do ciclo de modelagem.

10.3.2.1 Planejamento das atividades.

A etapa de planejamento é crucial para que se defina uma sequência lógica e fundamentada para o desenvolvimento da aplicação da modelagem matemática no ensino. O primeiro passo para o planejamento das atividades foi identificar a realidade sobre a qual se aplicaria o ciclo de modelagem. Os professores conversaram com produtores de açaí, com o objetivo de identificar os conteúdos de matemática empregados na realização das atividades de manejo de açazeiro em mata nativa. Foram identificados os conteúdos razão, porcentagem, medidas de comprimento e medidas de área. De posse dos conteúdos identificados, o próximo passo foi procurar a direção da escola para se definir qual seria o público-alvo, e encaminhar, junto a direção da escola e os pais dos alunos, os trâmites necessários para a realização do trabalho. Ficou acertado que ocorreria uma pesquisa de campo para coletar informações em uma propriedade produtora de açaí. Esses procedimentos metodológicos são mais bem descritos nas próximas subseções.

10.3.2.2 Coleta de dados da área amostral e entrevista com o produtor.

Os professores elaboraram um questionário para subsidiar os alunos na coleta de dados da pesquisa de campo. A turma é dividida em equipes e cada equipe é responsável por levantar as suas próprias informações e cumprir as atividades previstas. As perguntas são apresentadas no Quadro 1. Os alunos foram divididos em equipe e cada equipe ficou responsável de realizar sua coleta de informações com base no questionário. O questionário foi elaborado para que alunos obtivessem dados importantes para o desenvolvimento da atividade, que inclui: dados do produtor e da propriedade, como nome do produtor e as dimensões da área para manejo do açaí na propriedade; informações da safra, como período de colheita ao longo do ano, a quantidade total de paneiros³⁴ de açaí colhidos durante a safra, e a quantos paneiros de açaí foram destinados para o consumo próprio e para a comercialização; e a delimitação de uma área amostral dentro da área de manejo para a obtenção de informações como as dimensões da área e a contagem de touceiras de açazeiro contidas nela. As equipes foram munidas de vários materiais necessários para a coleta de dados: fita métrica para medir o perímetro da área amostral; barbante para demarcar o limite da área amostral em linha reta; balizas de bambu para demarcar os vértices dos limites da área amostral; caneta, lápis, e folhas de papel para a anotação dos dados coletados; e prancheta para suporte do papel na hora de realizar as anotações.

³⁴ O paneiro é um cesto de trama aberta usado para armazenar e transportar o açaí.

<p style="text-align: center;">Questionário para a coleta de dados</p> <ol style="list-style-type: none">1. Qual o nome do produtor?2. Quais as dimensões da área manejada que o produtor cultiva açaí?3. Qual o período da safra do açaí durante o ano?4. Quantos paneiros de açaí são colhidas durante a safra?5. Quantos paneiros de açaí são destinados para a venda?6. Quantos paneiros de açaí são destinados para o consumo familiar?7. Quais as dimensões da área amostral?8. Qual a quantidade de touceiras na área amostral?
--

Quadro 18-Questionário para a coleta de dados (Fonte: Os autores, 2020).

10.3.2.3 Organização e apresentação dos dados da pesquisa de campo:

Após a coletados dos dados na pesquisa de campo, as equipes retornaram para a sala de aula, e foram orientadas pelos professores a organizarem as informações dos questionários e representá-las com linguagem matemática. Dada as circunstâncias da realidade social, econômica e de infraestrutura da comunidade ribeirinha, foram utilizadas folhas de papel pardo como whiteboards. Os alunos foram estimulados a desenvolverem livremente a maneira de expressar a linguagem matemática. O mecanismo de apresentação das informações é visual, mediante o uso de miniquadro branco. A socialização da expressão da linguagem matemática foi realizada em apresentações realizadas pelas equipes, que ocorreram na forma de seminários.

10.3.2.4 Elaboração de problemas matemáticos.

A partir da exposição dos dados, os alunos, com a orientação dos professores, elaboraram questões problematizadas com fins avaliativos envolvendo os temas unidades de medidas de comprimento, unidades de medida de área e porcentagem. Essas questões contextualizam a realidade de manejo e produção de açaí, a partir das informações extraídas em campo e foram utilizadas como instrumento de avaliação para verificação do conhecimento adquirido.

10.3.2.5 Avaliação do ciclo de modelagem.

Após a conclusão do ciclo de modelagem, os alunos foram convidados a fazer, por meio de relato oral, uma avaliação e discussão geral sobre a aplicação da metodologia de modelagem matemática no ensino, para expor as suas percepções e fazer as suas ponderações em relação à metodologia desenvolvida.

10.4 Resultados e discussões

Nesta seção são apresentados e discutidos os passos realizados durante a aplicação da metodologia e os resultados obtidos. A elaboração e aplicação da metodologia foi realizada pelos dois primeiros autores deste artigo, no papel de professores. Ambos são professores, que atuam na região do município, e vivenciam diariamente a realidade da educação na realidade das comunidades ribeirinhas, e não pertencem ao quadro de professores da escola.

No planejamento das atividades, inicialmente os professores buscaram uma aproximação com produtores de açaí, a fim de entender como se dá a atividade de manejo e quais os procedimentos que realizam, tentando identificar conteúdos de matemática relacionados, para que pudessem ser explorados junto aos alunos da escola da comunidade. Foram identificados os conteúdos razão, proporção, porcentagem, regra de três, e medidas de comprimento e medidas de área.

Munidos dessas informações, os docentes reuniram com a direção da escola para conhecer o conteúdo programático de matemática empregado na formação dos alunos e quais as séries e o quantitativo de alunos poderiam participar. Após a reunião, ficou definido que o público-alvo seria o quantitativo de doze alunos sendo quatro do 8º ano e oito do 9º ano do ensino fundamental. Foi agendada uma reunião com os pais dos alunos, para explicar a atividade, justificar a necessidade de levá-los para um ambiente extraclasse e solicitar autorização para que ela fosse realizada.

Durante a reunião com os pais houve estranheza e certa rejeição pelo fato da necessidade de os alunos serem conduzidos a uma região da mata para realizar uma aula de matemática. Após os esclarecimentos e discussões com os docentes acerca do uso de novas tendências no ensino de matemática, de modo a romper com o paradigma do método tradicional de ensino de matemática, muito empregado em sala de aula, os pais permitiram que os alunos realizassem a atividade, e foi dado o prosseguimento para agendamento do dia da visita a campo e dia para realizar a socialização. Os docentes orientaram que os alunos levassem botas pois necessitariam entrar em área de mata.

Na primeira atividade, realizada na sala de aula, houve um levantamento sobre o nível de conhecimento que tinham acerca dos conteúdos. Foi verificado que já tiveram aulas teóricas dos conteúdos, com sequência didática tradicional, sem o uso da modelagem matemática. Foi também apresentado o planejamento da atividade de campo e realizado um teste para verificar o nível de conhecimento prévio sobre os conteúdos (pré-teste).

Na segunda atividade foi realizada a pesquisa de campo. Após a apresentação, a discussão, e o esclarecimento de todas as dúvidas em relação ao questionário da pesquisa de campo, os professores dividiram a turma em três equipes de quatro alunos, e cada equipe ficou responsável por fazer suas próprias anotações referentes ao questionário. Os alunos foram conduzidos para a propriedade rural de um produtor de açaí da comunidade, onde foram coletadas informações da propriedade, da área de manejo e da produção de açaí. O produtor respondeu a todos os questionamentos realizados pelos alunos. Após a entrevista, os alunos foram até a área de manejo para obter informações de uma área amostral da propriedade. Foi orientado que a área tivesse forma retangular e as medidas realizadas foram as dimensões da área (comprimento e largura) e a contagem de touceiras de açaizeiro em seu interior. Os alunos foram orientados a fixar as balizas de bambu nos vértices da área e delimitar todo o seu entorno com barbante. A fita métrica foi utilizada para medir o comprimento e a largura da área, e o comprimento do barbante, que é uma medida do perímetro. A Figura 17 exhibe os alunos obtendo as informações na entrevista e realizando as medidas na área amostral.

Capítulo 10 *** Modelagem matemática e o manejo na produção de açaí: uma aproximação potencializadora no ensino de matemática em uma comunidade ribeirinha da Amazônia.



Figura 17-Pesquisa de campo em duas fontes de informações: entrevista com o produtor de açaí e medidas em uma área amostral (Fonte: Os autores, 2020).

Na terceira atividade, realizada em sala de aula, as equipes usaram a linguagem matemática para organizar os dados levantados na pesquisa de campo em whiteboards. Em seguida, houve a exposição e socialização dos dados organizados no whiteboard, com apresentação na forma de seminário. Cada equipe usou a sua criatividade para a organização dos dados, se expressando tanto por linguagem gráfica quanto por linguagem numérica. A Figura 18 exhibe o processo de organização dos dados no whiteboard. A Figura 19 mostra a apresentação de dados organizados na sessão de whiteboard.

Na quarta atividade, os alunos foram convidados a elaborar, com auxílio dos professores, problemas matemáticos, utilizando como tema o manejo do açaí, e tomando como fonte de informação os dados coletados na pesquisa de campo.



Figura 19-Sessão de whiteboard (Fonte: Os autores, 2020).

As informações coletadas a respeito da área manejada e da produção do açaí apontam que a área produtiva manejada na propriedade do entrevistado é de três hectares, o que equivalente a 30.000 metros quadrados. Estas informações foram utilizadas para explicitar que existe o sistema internacional de unidades, onde o metro é a unidade de comprimento e o metro quadrado é a unidade de área, e que existem outros sistemas de medidas, como o caso do hectare, que é a medida de um hectômetro quadrado de área, que e equivale a 100.000 metros quadrados.

As informações levantadas a respeito da produção de açaí na propriedade apontam que se concentra nos meses de junho a agosto. Segundo informações fornecidas pelo produtor, nesse período são colhidos em média 480 paneiros de açaí, sendo que 280 paneiros são destinados para comercialização, sendo vendidos para atravessadores, e 200 paneiros são destinados para consumo familiar. Os valores de produção foram utilizados em problemas envolvendo cálculo de porcentagem

relacionados com as quantidades de paneiros destinadas para a comercialização e para o consumo familiar.

No levantamento das informações da área amostral de manejo de açaí, as dimensões utilizadas para delimitar a área foram de 30 metros de comprimento por 30 metros de largura, resultando numa área total de 900 metros quadrados. Após a conclusão da delimitação, os alunos conferiram 60 touceiras de palmeiras dentro dessa área. Nesse momento foi discutido com os alunos que as atividades de manejo do açaí exigem que o produtor realize técnicas de desbaste e limpeza da área, para que se haja uma distribuição adequada das touceiras ao longo da área manejada, visando melhorar a produção. As informações levantadas foram utilizadas na elaboração de problemas envolvendo cálculo da área amostral, cálculo da razão entre quantidade de touceiras por unidade de área amostral, e a extrapolação desse cálculo da razão de touceiras por metro quadrado da área amostral para toda a área de manejo. Para se calcular a distribuição de touceiras ao longo da área, procedeu-se com a seguinte operação matemática.

$$\text{Distribuição média de touceiras} = \frac{\text{quantidade de touceiras na área amostral}}{\text{valor da área amostral}}$$

No Quadro 19 são apresentadas as questões matemáticas desenvolvidas pelos professores, conjuntamente com os alunos, para fins avaliativos. As questões 1 e 2 utilizam as informações referente à produção de açaí e abrangem o cálculo de porcentagem. A questão 3 utilizam as informações das dimensões definidas na delimitação da área amostral. A questão 4 envolve o cálculo da porcentagem da área amostral em relação à área total de manejo. A questão 5 é pautada no conteúdo de razão, que é utilizada para relacionar duas grandezas, que são a quantidade de touceiras e a área amostral, e a resposta fornece a quantidade de touceiras por metro quadrado da área amostral. A questão 6 envolve a estimativa da quantidade total de

touceiras na área de manejo, supondo que a razão da área amostral se preserve em toda a área. Os alunos foram motivados a resolver livremente as questões, podendo consultar os colegas, visando o compartilhamento de conhecimento e de estratégias de resolução. Houve algum momento em que os professores foram consultados pelos alunos, a fim de tirar dúvidas, mas se observou que todas as questões puderam ser resolvidas pelos alunos.

Sabendo que Seu Raimundo tem uma produção anual de 480 paneiros de açaí e, destes, 280 paneiros são destinados para a comercialização e 200 paneiros para o consumo de sua família, faça o que se pede:

Questão 1: Calcule o percentual de açaí destinado para a comercialização.

Questão 2: Calcule o percentual de açaí destinado para o consumo familiar.

Questão 3: Calcule quantos metros quadrados possui uma área amostral de manejo de açaí cujas dimensões são 30 metros de frente por 30 metros de fundo.

Questão 4: Sabendo que área total de manejo de açaí é de 30 hectares (30.000 metros quadrados), calcule quantos por cento dessa área correspondem a área amostral.

Questão 5: Partindo do valor das dimensões da área amostral, e sabendo que no interior da área foram contadas 60 touceiras de açaizeiro, calcule a razão que fornece a quantidade de touceiras por metros quadrados para a área amostral.

Questão 6: Seu Raimundo possui uma área de manejo de açaí de 30.000 metros quadrados. Qual a estimativa de touceiras de açaizeiro nessa área, sabendo que para uma área amostral foi calculada a razão de 15 touceiras por metros quadrados.

Quadro 19-Questões matemáticas utilizadas para fins de avaliação (Fonte: Os autores, 2020).

Após a conclusão da resolução das questões, os professores convidaram os alunos a fazer uma avaliação e discussão geral, visando compreender a percepção deles em relação à metodologia de ensino desenvolvida. Essa avaliação se deu de forma oral, onde os alunos tiveram a oportunidade de fazer suas ponderações diante das atividades desenvolvidas na escola.

Em relação aos pontos negativos observados no relato, os alunos afirmaram que mesmo sendo uma atividade dinâmica, atrativa e pautada em ações de pesquisa de campo extraclasse, em um primeiro momento eles sentiram algumas dificuldades, principalmente na organização e na apresentação dos dados da pesquisa em sala de aula, bem como na obtenção do modelo matemático e na socialização das informações em classe. Eles afirmaram também que foi a primeira vez que participaram de uma atividade de ensino utilizando modelagem matemática, e talvez isso justifique a dificuldade apresentada, por questão de familiarização com uma abordagem não tradicional de ensino de matemática.

Em relação aos pontos positivos observados no relato, os alunos afirmaram que a atividade desenvolvida foi de fundamental importância para o processo de ensino-aprendizagem, principalmente pois a modelagem matemática se apresenta como um instrumento pedagógico que desperta nos alunos o senso de pesquisa de campo, para o levantamento de informações a partir de temas da realidade social e cultural, e que depois foi possível relacionar as informações com a matemática. No geral, eles avaliaram que foi muito válida a experiência, pois participaram ativamente e recomendam que mais atividades dessa natureza possam ser desenvolvidas no ensino dos conteúdos de matemática da grade curricular da escola.

10.5 Conclusão

A atividade de modelagem matemática realizada com os alunos do 8º e 9º anos do ensino fundamental da escola utilizando como temática o manejo do açaí, aguçou o entusiasmo e a curiosidade dos educandos, permitindo a eles fazerem descobertas e facilitando o aprendizado, uma vez que esse tema faz parte da identidade cultural e econômica dos alunos. Biembengut e Hein (2018) afirmam que a educação matemática precisa ser trabalhada com saberes oriundos do cotidiano para constituir conhecimentos que ajudem os sujeitos a resolver situações-problema de seu

contexto social. Segundo os autores, as aulas tradicionais, ministradas de forma expositiva e com foco apenas no rigor matemático, sem contextualização, dificultam a compreensão dos alunos. Percebe-se, portanto, tornou a aula mais atrativa, agradável e dinâmica.

A metodologia adotada mostrou-se positiva para o processo ensino-aprendizagem de matemática, fazendo os alunos se sentirem mais motivados e atraídos pelos conteúdos matemáticos abordados. Conforme afirmam Dundan et al. (2015), a modelagem matemática propicia uma aula mais dinâmica, que atija a curiosidade dos alunos, e promove uma maior interação entre alunos e professores, sendo estes identificados como fatores determinantes o prazer e a motivação no ensino e na aprendizagem.

A modelagem matemática no ensino não se resume simplesmente em formular questões usando como referência situações da realidade dos alunos. Quando se trabalha com esta tendência no ensino de matemática, conforme explicita Biembengut e Hein (2018), a formulação e a resolução das questões matemáticas é somente o quarto passo a ser seguido, sendo aplicado somente após se cumprir as etapas de diagnóstico, da escolha do tema e do desenvolvimento do conteúdo programático.

Na etapa de resolução dos problemas, o aluno tem total liberdade para usar a criatividade e desenvolver seu próprio método de resolução. Além disso, conforme afirmam Perez e Paulo (2015), a modelagem matemática não ocorre em aulas que predominam a metodologia de ensino baseada no paradigma do exercício, onde o professor explica um conteúdo e passa exercícios para os alunos ficarem. Ainda conforme os autores, a resolução de exercícios não deve ser descartada, somente o seu uso exclusivo empobrece o processo de ensino e aprendizagem, e a modelagem matemática se apresenta como uma atividade transdisciplinar, onde os alunos aprendem a matemática na prática, além de tomar conhecimento de outros conteúdos além dos conteúdos matemáticos.

Capítulo 10 *** Modelagem matemática e o manejo na produção de açaí: uma aproximação potencializadora no ensino de matemática em uma comunidade ribeirinha da Amazônia.

Observou-se também que todo o processo desenvolvido, desde a pesquisa de campo até a formulação e resolução dos problemas matemáticos, proporcionou para os alunos melhor compreensão e valorização da sua realidade socioeconômica e cultural, tornando-se jovens mais críticos reflexivos capazes de pensar e construir sua própria história a partir do mundo vivido e/ou concreto.

Os principais obstáculos encontrados na execução da metodologia da modelagem matemática foram a cobrança dos pais, pois para eles estudar matemática é escrever simplesmente o paradigma do exercício, carência de materiais didáticos apropriados para o desenvolvimento das atividades em sala de aula, obrigando-nos a improvisar com materiais de baixo custo, o que não inviabilizou a atividade e sim mostrou que podemos aproveitar materiais de baixo custo para desenvolvê-la, e a timidez inicial apresentada pelos estudantes no desenvolvimento das atividades expositivas, por estarem bem habituados ao modo tradicional de ensino de matemática, em uma postura passiva na interlocução do conhecimento.

Enfim, pode-se concluir que a modelagem matemática é uma estratégia pedagógica potencializadora para os processos de ensino e aprendizagem de matemática em contextos da realidade dos estudantes, por se tratar de uma metodologia dinâmica e flexível, que valoriza a investigação e a exploração de situações reais que possibilitam a elaboração, aplicação e discussão de modelos matemáticos dentro de contextos específicos, como é o caso do manejo da produção de açaí. Além disso, a modelagem quando bem utilizada, pode tornar-se uma grande aliada aos professores que buscam melhorar o aprendizado dos estudantes no contexto escolar.

Capítulo 10 *** Modelagem matemática e o manejo na produção de açaí: uma aproximação potencializadora no ensino de matemática em uma comunidade ribeirinha da Amazônia.

Referências

ALMEIDA, L. M. W. Um olhar semiótico sobre modelos e modelagem: metáforas como foco de análise. *Zetetiké*, Campinas, v. 18, número temático, p. 379-406, 2020.

ALMEIDA, L. M. W., SILVA, K. P., VERTUAN, R. E. **Modelagem matemática na educação básica**. 1a edição. 2a reimpressão. São Paulo: Editora Contexto, 2019.

AZEVEDO, J. R. **Tipologia do sistema manejo de açaizais nativos praticados pelos ribeirinhos em Belém, Estado do Pará**. 2005. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agricultras Amazônicas) - Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (Amazônia Oriental), Belém, 2005.

AZEVEDO, James Ribeiro de. **Sistema de manejo de açaizais nativos praticado por ribeirinhos**. São Luís/MA: EDUFMA, 2010, 98p. il.

BIEMBENGUT, M. S., HEIN, N. **Modelagem matemática no Ensino**. 5a edição. São Paulo: Editora Contexto, 2018.

Duncan, C. P. F. R., Stahl, N. S. P., Colombo, C. S.; Panisset, L. P. F. R., Schröetter, S. M. A utilização da modelagem matemática como metodologia facilitadora e motivadora no processo de ensino/aprendizagem. *LINKSCIENCEPLACE-Interdisciplinary Scientific Journal*, v. 2, n. 2, p. 111-130, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010: Resultados do Censo 2010 - População total por municípios do Estado do Pará**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Acompanha 1 CD-ROM.

Disponível em: <

ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/resultados/tabelas_pdf/tal_populacao_para.pdf>. Acesso em: mai. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2018**. Rio de Janeiro: IBGE. Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS. 2018. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_dou_2018_20181019.pdf>. Acesso em: mai. 2019.

FERNANDES, R. J. G., SANTOS JUNIOR, G. Modelagem matemática: um recurso pedagógico para o ensino de matemática. *Revista PRÁXIS*, v. 4, n. 8, p. 21-29, 2012.

Capítulo 10 *** Modelagem matemática e o manejo na produção de açaí: uma aproximação potencializadora no ensino de matemática em uma comunidade ribeirinha da Amazônia.

GIONGO, I. M.; KUHN, M. S. Modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma proposta para o 5º ano. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 13, n. 25, p. 5-20, 2016.

HEIDEMANN, L. A. **Ressignificação das atividades experimentais no ensino de física por meio do enfoque no processo de modelagem científica**. 2015. 298f. Tese (doutorado em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Documento-base - Diretrizes e recomendações técnicas para a adoção de boas práticas de manejo do açaí**. (Euterpe spp.). Brasília: MAPA/ACS, 2012. 33p. (Série: Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável orgânico).

PEREZ, J. F. **O trabalho com modelagem matemática em sala de aula: o significado da pesquisa na perspectiva do aluno**. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2010.

PEREZ, J. F., PAULO, R. M. Modelagem Matemática: possibilidades para um trabalho em sala de aula. **Revista Acadêmica Eletrônica Sumaré**, v. 12, n. 2, p. 2-16, 2014.

SANTANA, A. C. S. **A incorporação do Plano de Desenvolvimento Territorial Sustentável e sua repercussão na promoção da saúde na Ilha de Gurupá no município de Gurupá no Arquipélago do Marajó - PA**. Dissertação (Mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2016.

VALLES, C. M. A. **Impacto da dinâmica da demanda dos frutos de açaí nas relações socioeconômicas e composição florística no estuário amazônico**. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Belém, 2013. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Tropicó Umido.

SOUZA, E. S. R. **Modelagem matemática gerando ambiente de alfabetização científica: discussões no ensino de física**. 2018. 237f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso/Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

ZORZAN, A. S. L; Ensino-aprendizagem: Algumas tendências na educação Matemática. **Revista Ciências Humanas**, v. 8, n. 10, 2007.

Sobre os organizadores

Ednilson Sergio Ramalho de Souza



Obteve Doutorado em Educação em Ciências e Matemática no ano de 2018 pela Universidade Federal de Mato Grosso/Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (UFMT/REAMEC), Mestrado em Educação em Ciências e Matemática no ano de 2010 pelo Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI/UFPA), Especialização em Educação Matemática no ano de 2009 pelo mesmo instituto, Licenciatura Plena em Física no ano de 2007 pela Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará (UFPA). É Professor Adjunto da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) desde o ano de 2010, participando como Docente Permanente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física/UFOPA na Linha de Pesquisa Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino-Aprendizagem de Física, do Programa de Pós-Graduação em Educação/UFOPA na Linha de Pesquisa Conhecimento e Formação na Educação Escolar e do Curso de Pedagogia/UFOPA nas unidades curriculares relacionadas ao ensino de ciências e de matemática. É Coordenador do projeto Laboratório Educacional de Modelagem Matemática (LEMM/UFOPA) e Líder do GEPEMM (Grupo de Estudos e Pesquisas em Modelagem Matemática/UFOPA). Atualmente, pesquisa sobre modelagem na educação em ciências e matemática sob o olhar do dialogismo de Mikhail Bakhtin.

Francisco Robson Alves da Silva

Mestre em Engenharia Elétrica, área de concentração: Computação Aplicada, pela Universidade Federal do Pará (UFPA) em 2009. Licenciado em Matemática pela UFPA em 1997. Especialista em Educação Matemática pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) em 2001. Especialista em Estatísticas Educacionais pela UFPA em 2007. Especialista em Docência para Educação Profissional, Científica e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) em 2018. Trabalha como docente do IFPA ? Campus Óbidos desde 2016. Atualmente ministra aulas nos cursos profissionalizantes, coordena e ministra aulas no curso de Especialização em Tecnologias Educacionais, além de desenvolver atividades voltadas as Tecnologias Educacionais junto ao Grupo de Pesquisa em Educação, Cultura e Território - GECULT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará e a Modelagem Matemática em conjunto com o Grupo de Estudos e Pesquisas Educacionais em Modelagem Matemática - GEPEMM da Universidade Federal do Oeste do Pará.

José Ricardo e Souza Mafra

Possui Graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade do Estado do Pará (1999), Mestrado (2003) e Doutorado (2006) em Educação, área de concentração em Educação Matemática, pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal do Oeste do Pará/UFOPA e docente permanente do PROFMAT, PPGE e REAMEC Tem experiência na área de Matemática, com ênfase no ensino, atuando principalmente nos seguintes temas: etnomatemática, tecnologias educacionais e prática de ensino em matemática. É Presidente da Comissão Permanente de Pessoal Docente - CPPD/UFOPA.

Modelagem Matemática na Educação Amazônica

A presente obra é fruto de reflexões sobre modelagem matemática na educação amazônica realizadas no âmbito do Grupo de Estudos e Pesquisas em Modelagem Matemática (Gepemm) da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa). Trata-se, portanto, de projetos acadêmicos que se tornaram ações reais no campo teórico e prático e que, em sua maioria, fazem parte de pesquisas para tese de doutorado, dissertação de mestrado e trabalho de conclusão de curso de graduação. Ressalta-se, portanto, que este livro pode ser relevante ao apresentar olhares diversos sobre teorias e práticas de modelagem matemática que poderão inspirar professores na arte de ensinar ciências e matemática na Amazônia.



R_{fb}
Editora

Modelagem Matemática na Educação Amazônica

A presente obra é fruto de reflexões sobre modelagem matemática na educação amazônica realizadas no âmbito do Grupo de Estudos e Pesquisas em Modelagem Matemática (Gepemm) da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa). Trata-se, portanto, de projetos acadêmicos que se tornaram ações reais no campo teórico e prático e que, em sua maioria, fazem parte de pesquisas para tese de doutorado, dissertação de mestrado e trabalho de conclusão de curso de graduação. Ressalta-se, portanto, que este livro pode ser relevante ao apresentar olhares diversos sobre teorias e práticas de modelagem matemática que poderão inspirar professores na arte de ensinar ciências e matemática na Amazônia.

ISBN 978-659909781-2



Rfb
Editora