



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS – IFTO**

**MODELAGEM MATEMÁTICA – UMA PESQUISA SOBRE A DIFUSÃO
DESSA METODOLOGIA NA REDE DE ENSINO MÉDIO PÚBLICA DE
PALMAS – TO**

ISABEL CRISTINA COELHO ANDRADE

**PALMAS – TO
2017**

ISABEL CRISTINA COELHO ANDRADE

**MODELAGEM MATEMÁTICA – UMA PESQUISA SOBRE A DIFUSÃO
DESSA METODOLOGIA NA REDE DE ENSINO MÉDIO PÚBLICA DE
PALMAS – TO**

Trabalho de conclusão de apresentado á
coordenação do curso de Licenciatura em
Matemática do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Tocantins, como
exigência à obtenção do grau de graduação em
Licenciatura em Matemática sob orientação do
Prof. Edson Luiz Kraemer.

**PALMAS – TO
2017**

Dedico este trabalho a Deus que foi meu suporte em todos os momentos, sem Ele eu não teria fôlego para concluir essa etapa tão importante na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado paciência, sabedoria, saúde e disposição para concluir esse curso de Licenciatura em Matemática e esse TCC, que não foi fácil.

Agradeço muito ao meu orientador, Edson Luiz Kraemer, que foi muito paciente e atencioso na elaboração desse trabalho. Ele que me auxiliou, me motivou e pressionou para que esse trabalho estivesse concluído a tempo. Muito obrigada, professor, o senhor foi o melhor orientador que eu poderia ter escolhido.

Agradeço a minha mãe, Indira Ghandi, que me acompanhou neste período, ajudando no que fosse possível.

Agradeço aos meus amigos, principalmente, a Amanda que me ajudou e motivou em diversas matérias, que ficou noites em claro me ajudando a estudar, me dando forças no que fosse necessário. Obrigada!

Agradeço aos meus amigos, principalmente, o Rafael Pimenta que me salvou nos Cálculos, que me ajudou a estudar, que reservou dias e dias para me ensinar. Rafa, só tenho a agradecer pela sua paciência.

Agradeço aos meus amigos, em especial, o Ramiz que me fez rir nos momentos de estresse, que me motivou a não desistir, que me deu forças no meio de todo o desespero, que fez eu tirar 9.0 na prova do Tiago. Obrigadinha!

Agradeço aos meus amigos, em especial, a Valéria Cristina que foi uma grande amiga, me ajudou inúmeras vezes, que tentou virar noites para estudarmos, que esteve ao meu lado em todas as dificuldades ao longo curso. Obrigada, Val!

Agradeço a todos vocês, meus amiguinhos, que foram pacientes, que me aturaram, e permaneceram, que pagaram a xerox, que me ensinaram coisinhas 10 minutos antes das provas, que me motivaram, que tiraram tempo para estudarmos, que me fizeram rir, que acompanharam cada desespero e tragédia ao longo desses quatro anos. Vocês foram fundamentais nesse processo.

Agradeço infinitamente aos meus professores, que sofreram só um pouquinho comigo. Foram maravilhosos, e fizeram toda a diferença na minha vida. Gostaria de agradecer em especial, o Wallyson (que arrumou uma garrafa de café pro Labmat), o Magno, o Tiago (que mesmo sendo grosso, me ajudou e contribuiu muito para a minha

formação), o Zica, o professor José Ailton, o Flávio, Joaquim, Rodrigo Carvalho e tantos outros.

Professores, vocês foram perfeitos, cada mensagem respondida, cada dúvida tirada, cada impressão tirada, cada sorriso arrancado, cada conselho.. Vocês contribuirão infinitamente para a minha formação. Só tenho a agradecer pela paciência que tiveram. Obrigada!

E por fim, meu namorado, Rafael Costa, que acompanhou um pedaço da minha luta e desespero. Me ajudou em tudo que estava ao seu alcance, foi meu suporte e meu motivador. Muito obrigada, meu amor.

Obrigada a todos pelo papel fundamental que cada um teve em minha vida e na minha formação acadêmica.

*“Quem possui as duas asas desenvolvidas
por igual, é chamado homem iluminado
de cujos exemplos nosso mundo
ainda não é pródigo”
(NOGUEIRA, 2001)*

RESUMO

Este trabalho é baseado em uma pesquisa quantitativa, realizada com alguns professores de matemática do ensino médio de instituições públicas, cujo objetivo é de fazer um estudo sobre a difusão do uso da modelagem matemática como metodologia de ensino da matemática. Mostrando uma nova metodologia de ensino, buscando sair do tradicionalismo, e tentando alcançar o saber crítico do discente. Foi realizado algumas reflexões do que vem a ser a modelagem matemática, como ela é concebida, como modelar uma situação real com o uso da matemática. Enfatizando os principais aspectos da teoria desta metodologia. E retornando a sua origem, destacando os primeiros vestígios da modelagem matemática, como ela teve início na história humana, quais fatores históricos contribuíram para esse desenvolvimento. Também é relatado como ela se desenvolveu como metodologia de ensino da matemática no Brasil, os primeiros passos realizados no país. E por fim, a nossa pesquisa, com a apresentação dos dados coletados e a análise dos mesmos. Onde foi percebido a preocupação dos docentes em buscar novos meios de metodologias para o ensino da matemática.

Palavras-chaves: Modelagem Matemática. Ensino-aprendizagem. Metodologia.

ABSTRACT

This study is grounded in a qualitative research survey that was applied to some mathematics teachers, who work at public schools in high school level. The aim was to observe the range of mathematics modeling as a teaching methodology in this field. It shows a new teaching methodology, seeking to leave behind the traditionalism and to develop students' critical thinking. We present a discussion on what mathematics modeling is meant to be including, how it was conceived and how to model real situations using mathematics, highlighting the main characteristics of this methodology. The origins of mathematics modeling is addressed, pointing out its first traces and how it effectively started in the course of human history, and the facts in history that contribute to its development. We also address how it has developed as a mathematics teaching methodology in Brazil, its first stages in the country. After, our own research data and its analysis is presented. This whole path allowed us to see that teachers, who we surveyed, worry about finding new types of methodologies to teach mathematics.

Keywords: Mathematics modeling. Teaching-learning. Methodology. Mathematic

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1 A MODELAGEM MATEMÁTICA – ALGUMAS REFLEXÕES.....	13
1.1 <i>MODELAGEM MATEMÁTICA: O QUE VEM A SER?.....</i>	<i>13</i>
1.2 <i>PROCESSO PARA CONCEBER UM MODELO MATEMÁTICO.....</i>	<i>16</i>
1.2.1 <i>O PROCESSO SEGUNDO BIEMBENGUT E HEIN.....</i>	<i>16</i>
1.2.2 <i>O PROCESSO SEGUNDO BASSANEZI.....</i>	<i>19</i>
1.2.3 <i>O PROCESSO SEGUNDO A VISÃO DE OREY.....</i>	<i>21</i>
2 A HISTÓRIA DA MODELAGEM MATEMÁTICA.....	27
2.1 <i>O DESENVOLVIMENTO DA MODELAGEM MATEMÁTICA.....</i>	<i>27</i>
2.2 <i>A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO METODOLOGIA DE ENSINO DE APRENDIZAGEM NO BRASIL.....</i>	<i>30</i>
3 A PESQUISA.....	33
3.1 <i>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</i>	<i>33</i>
3.2 <i>ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS.....</i>	<i>35</i>
CONCLUSÕES.....	54
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	58

INTRODUÇÃO

O ensino da matemática vem sendo banalizada ao longo dos tempos, cada vez mais os alunos não têm vontade e muito menos interesse em aprendê-la, muitos a veem como um bicho de sete cabeças, aumentando a dificuldade do docente para ministrar as aulas. Demo (2002, p. 76) confirma, dizendo:

[...] alguns casos, já são paradigmáticos, como em matérias consideradas “bicho-papão”, a exemplo da matemática. É comum a relação perpendicular, com toques frequentes de sadismo didático, na qual o professor repassa, a quilo, fórmulas, equações, matéria, estando no outro lado, um aluno dedicado a tomar nota, acompanhar a evolução do assunto, para depois, reproduzir na prova. Para este aluno, estudar significa, literalmente, memorizar, decorar e colar. O sadismo se completa, quando, ao final do semestre, 90% de uma turma não passa, utilizando-se isto como indicador da qualidade do professor.

Em vista dessa dificuldade, várias metodologias vem surgindo e sendo aperfeiçoadas para que ficasse mais prazeroso ao aluno o estudo da matemática.

Foi observado nos estágios que grande parte dos professores de matemática desistiram de tentar novas metodologias. Pois a falta de interesse dos alunos é extremamente grande e desmotiva o profissional, que por sua vez adotam o método tradicional, de “cuspir” o conteúdo no quadro. Notamos que a educação é uma via de mão dupla, precisamos trabalhar em conjunto, ou seja, tentamos alcançar os alunos para que eles nos deem espaço para ensiná-los.

O educador deve deixar de lado o tradicionalismo e buscar metodologias que atraiam, busquem e expandam os horizontes dos discentes. Pois, além da falta de interesse ser grande, muitos têm dificuldades em aprendê-la, talvez porque não veem aplicação na vida, como muitos dizem: “sou de humanas, não preciso saber matemática para fazer direito”. Só que isso é uma concepção equivocada, o mundo é constituído pela matemática, segundo Barbosa (apud CRITELLI, 1980), a Matemática pode servir como instrumento de controle social: afinal, os números governam o mundo; decisões são tomadas a partir de fórmulas, de cálculos, de estatísticas; planejamentos de governo são decididos com auxílio da Matemática. Béal (1996)

defende a ideia de que o conhecimento matemático é indispensável ao exercício da cidadania. Ou seja, a matemática vai muito além da sala de aula.

Neste contexto surge a modelagem matemática, uma metodologia de ensino que vem com a proposta de revolucionar a educação matemática. Reeuwijk (1997 apud BARBOSA, 1999, p. 69) destaca vantagens desta estratégia metodológica, tais como: “motiva os alunos; desenvolve atitude crítica e flexível perante a realidade; gera interesse pela ciência em geral; desperta a criatividade e impulsiona os alunos para estratégias informais”.

A modelagem vem quebrando todos os tabus, fugindo do ensino tradicional, não mais avaliando o aluno pela nota alcançada na avaliação, mas sim pelo desenvolvimento educacional do discente, o quanto ele conseguiu absorver do conteúdo. Afinal, a modelagem matemática não é só para transmitir o assunto, e sim transformar mentes vazias em mentes críticas. Segundo Bassanezi (2002), “a modelagem aplicada ao ensino pode ser um caminho para despertar maior interesse, ampliar conhecimento do aluno e auxiliar na estruturação de sua maneira de pensar e agir”.

De tal modo, acredita-se que a modelagem, usada como alternativa no ensino facilite a ligação entre a teoria e a prática, talvez, seja a maior dificuldade do professor atualmente, fazer esta aproximação. Santos e Bisognin (2007, p. 101) dizem que:

[...] deve se buscar a transformação das práticas escolares, aproximar a teoria da prática e a prática da teoria, com uma postura interdisciplinar, permitindo, assim, o desenvolvimento de habilidades a partir de experiências vivenciadas. (SANTOS E BISOGNIN, 2007 in BARBOSA; CALDEIRA – ARAÚJO, 2007).

A modelagem matemática pode abordar vários temas do cotidiano do aluno, sendo o professor o mediador dessa investigação. Biembengut descreve esse processo da seguinte maneira:

O professor deve começar apresentando o tema aos alunos e, a partir dele, reconstruir o modelo matemático que quer trabalhar. Como método de ensino, o professor pode usar a modelagem da seguinte maneira: expor o assunto, delimitar o problema, desenvolver o conteúdo, apresentar exemplos, resolver e interpretar o problema. Dessa forma, ele pode usar um outro modelo matemático para outro conteúdo, ou o mesmo modelo para outro conteúdo (MARIA SALETE

BIEMBENGUT – resenha da palestra matemática – história da modelagem matemática no ensino brasileiro – na Bienal (14/03/2008).

Barbosa (2001, p. 6) diz que a modelagem matemática é “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”.

É um método que relaciona os problemas do cotidiano com a matemática. Já que muitos alunos não veem aplicação no dia a dia, esta metodologia vai mostrar ao contrário. Como foi dito por Santos e Bisognin, relacionará a prática com a teoria, e vise e versa.

Existem diversas visões de compreender uma atividade de modelagem, neste trabalho destacaremos alguns pesquisadores da área, como: Bassanezi, Biembengut e Hein, Barbosa, Orey, Burak, Maki e Thompson, estes são alguns, de muitos, estudiosos e defensores dessa estratégia metodológica que iremos nos basear.

Em vista, de toda dificuldade dos docentes em ministrar aulas e a busca incessável de metodologias que possam melhorar e facilitar a aprendizagem dos discentes. Encontramos a modelagem matemática, já discutida acima, uma tendência na educação matemática.

Ao elaborarmos a pesquisa e estudarmos a teoria, percebemos que é uma proposta estimulante, encantadora. Porém será que funciona? Será que na prática é tão maravilhosa? Será que a comunidade já absorveu e tem aplicado essa metodologia? Pensando nisto fizemos uma pesquisa com alguns professores de matemática do ensino médio em alguns colégios públicos de Palmas – Tocantins.

O trabalho está estruturado, de modo que no primeiro capítulo é abordado o que vem a ser a modelagem matemática, como conceber um modelo matemático, isto é, a visão dos principais autores e os passos que são necessários para a obtenção de um modelo matemático de um problema real.

No segundo capítulo, relataremos o desenvolvimento histórico da modelagem, assim como a história da modelagem enquanto metodologia de ensino e de aprendizagem no Brasil.

No terceiro capítulo, além de falar sobre os procedimentos metodológicos, apresentamos os dados coletados, bem como a análise dos mesmos. Com o intuito de sabermos o quão difundida é a prática desta estratégia de ensino, se é utilizada, se é eficaz.

1 A MODELAGEM MATEMÁTICA – ALGUMAS REFLEXÕES

Refletindo sobre o que poderia ser a modelagem matemática, percebemos que não existe uma única definição. Temos vários autores que defendem um conceito diferente, apresentaremos alguns autores e os seus entendimentos sobre a modelagem matemática.

1.1 MODELAGEM MATEMÁTICA: O QUE VEM A SER?

Bassanezi e Biembengut têm a concepção de que a modelagem matemática é um procedimento, onde será construído um modelo matemático.

Carlos Rodney Bassanezi (1999) diz que:

[...] a Modelagem Matemática utilizada como estratégia de ensino-aprendizagem é um dos caminhos a serem seguidos para tornar um curso de matemática, em qualquer nível, mais atraente e agradável. Tal processo, que consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos, resolvê-los e, então interpretar suas soluções na linguagem do mundo real, é um processo dinâmico e atraente (BASSANEZI, 1999).

No livro *Modelagem Matemática no Ensino*, Biembengut e Hein (2000) dizem que a modelagem é “arte de expressar por intermédio de linguagem matemática situações-problema de nosso meio (...)” (2000, p. 8). E posteriormente escrevem que a modelagem é como:

o processo que envolve a obtenção de um modelo. Este, sob certa óptica, pode ser considerado um processo artístico, visto que para elaborar um modelo, além do conhecimento matemático, 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 (BIEMBENGUT E HEIN, 2000, P. 12).

De acordo com Biembengut e Hein (2000), percebemos que para se modelar o modelador precisa ter criatividade e intuição. A modelagem matemática aplicada no ensino iria propor aos alunos uma nova visão do cotidiano e da própria matemática. Pois não estaríamos apenas ensinando um conteúdo, onde posteriormente iriam se queixar de que não

serve pra nada, mas sim mostrando sua aplicação, tornando as crianças mais críticas, mais pensantes.

E para Bassanezi (2004) a modelagem matemática é caracterizada como:

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 (BASSANEZI, 2004, P. 24).

Maki e Thompson (1988) diz que o:

modelo matemático é um sistema axiomático consistindo de termos indefinidos que são obtidos pela abstração e qualificação de ideias essenciais do mundo real (MAKI E THOMPSON, 1988, P. 14, apud GAZZETA).

Já Barbosa (2001) entende a modelagem matemática como um método de aprendizagem, onde o aluno questiona circunstâncias do cotidiano, por intermédio da matemática sem esquemas estabelecidos pelos professores. O autor afirma que:

[...] o ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto que segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexões 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, 2004, P. 3).

É notório que os autores acabam tendo a mesma visão de modelagem matemática, enfatizando o fato de que o aluno terá que investigar a situação-problema. A modelagem matemática é uma metodologia de ensino que vem para atrair os alunos, e induzi-los a pensar, em vez de receberem tudo na mão. É uma estratégia de ensino que surgiu não só para facilitar a vida do professor na sala de aula, mas também para formar cidadãos autônomos.

Burak (2010) defende que a modelagem matemática é concebida a partir de um recurso metodológico para o ensino da matemática, onde o professor determina alguns caminhos para que esse procedimento possa ser inserido em sala de aula. Ele também afirma que:

A modelagem matemática continua a angariar adeptos pelas suas possibilidades metodológicas, pela visão ampla que proporciona em relação a um assunto, pela visão de totalidade, por envolver de forma natural e indissociável o ensino e a pesquisa e pelas possibilidades de, por meio dela, almejar-se um dos principais objetivos da educação: o desenvolvimento da autonomia do educando (BURAK, 2010, P. 36).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, sinalizam, no tópico investigação e compreensão, os seguintes aspectos:

identificar o problema; procurar, selecionar e interpretar informações relativas ao problema; formular hipóteses e prever resultados; selecionar estratégias de resolução de problemas; fazer e validar conjecturas, experimentando, recorrendo a modelos, esboços, fatos conhecidos, relações e propriedades (BRASIL, 1999, P. 259).

Percebemos que, intuitivamente, os parâmetros curriculares nacionais do ensino médio cobram que os alunos sejam capazes de determinadas identificar um problema, procurar, selecionar e interpretar informações, estas características são concebidas ao modelar a matemática. Pois a modelagem matemática abre portas, como: identificar um problema, investigar, procurar, interpretar, formular hipóteses, prever resultados, montar um modelo matemático constituído por fórmulas, teoremas e axiomas matemáticos, resolver o problema. Ou seja, este recurso metodológico proporciona ao aluno muito mais do apenas “aprender” o conteúdo. Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, é proposto a Modelagem Matemática como a “habilidade de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (BRASIL, 2006, p. 84).

Existem várias linhas de raciocínio, porém podemos observar que ambas chegam a conclusão de que a modelagem matemática é um processo, não uma “receita de bolo” que seria dada pronta aos alunos. De acordo com esses autores a modelagem é uma construção do conhecimento matemático do discente, que se diferem apenas na obtenção de modelos matemáticos que alguns estudiosos defendem. Essa metodologia de ensino seria um rompimento de que a matemática não tem uso prático no dia a dia, pois esse método utiliza de situações reais que desencadeia investigações matemáticas para resolução dos problemas.

1.2 PROCESSO PARA CONCEBER UM MODELO MATEMÁTICO

A modelagem matemática é como uma ponte entre a matemática e a realidade, para Bassanezi (2002, p. 16) “a modelagem consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. E Biembengut e Hein (2003, p. 12) “a modelagem é um meio de interagir a matemática com a realidade”, eles também dizem que o modelo obtido no processo de modelagem matemática é o responsável em fazer esta junção, pois eles afirmam que a matemática e a realidade são conjuntos disjuntos (Biembengut e Hein 2005).

1.2.1 O PROCESSO SEGUNDO BIEMBENGUT E HEIN.

Nesta primeira subsecção é apresentada a visão dos professores Maria Salett Biembengut e Nelson Hein, sobre o processo de modelamento como uma ferramenta no ensino e aprendizagem da matemática.

Segundo Biembengut a:

Modelagem Matemática é o processo envolvido na obtenção de um Modelo. Este processo, sob certa ótica, pode ser considerado artístico, visto que para se elaborar um modelo, além de conhecimento apurado de matemática, o modelador deve ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas. Uma arte ao formular, resolver e elaborar expressões que valha não apenas para uma solução particular, mas também sirva, posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias. (BIEMBENGUT, 1997, p. 65).

De tal modo Biembengut e Hein montam um esquema para mostrar como o processo de modelagem atua na junção da realidade com a matemática e como se dá um modelo através desse procedimento (Figura1).

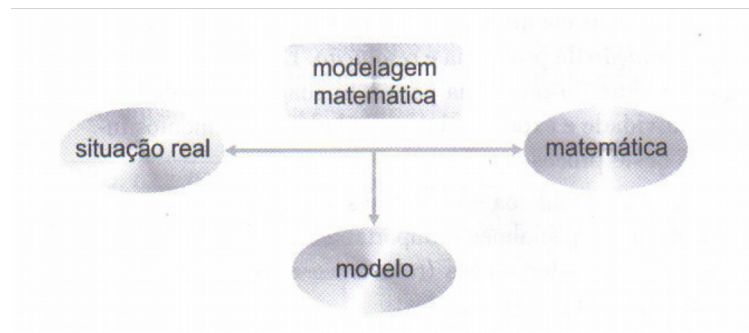


Figura 1 (BIEMBENGUT; HEIN, 2005, P. 13)

Para que essa interação representada no esquema acima ocorra, segundo o esquema destacado por Biembengut e Hein (2005), existe uma série de procedimentos sequenciais e interdependentes que devem ser seguidos. Esses mecanismos podem ser agrupados em três etapas, onde estas são subdivididas em seis subetapas. Elas são:

1º Etapa: *Interação com os assuntos:*

- Reconhecimento da situação, ou seja, o problema em questão;
- Familiarização com o assunto a ser modelado, o referencial teórico;

Essa etapa serve para delimitar o tema que será abordado, assim deve ser realizada uma pesquisa sobre o assunto. Primeiramente de maneira informal, em livros, revistas, jornais, internet, e assim por diante, e diretamente, valendo-se de dados e informações obtidas por meio de experimentações realizadas pelo modelador ou mesmo por outros pesquisadores.

Mesmo essa etapa sendo dividida em reconhecimento e familiarização, não há uma ordem pré-definida, elas podem ser realizadas de acordo com a necessidade da modelagem. E a cada passo seguido, os dados e a situação-problema irão interagindo, ficando cada vez mais claro a ligação entre eles.

2º Etapa: *Matematização*

- Formulação do problema → hipóteses;
- Resolução do problema em termos de modelo → aplicação;

Após compreendermos a situação-problema da nossa pesquisa, iremos transparecê-la na linguagem matemática, fazendo uso de conceitos já conhecidos pelos alunos, ou que adquirirão durante o processo a medida que se fizera necessários.

Sobre essa etapa Biembengut e Hein (2003, p. 14) dizem que

o objetivo principal desta etapa do processo de modelar é chegar a um conjunto de expressões aritméticas, fórmulas, equações algébricas, gráficos, representações ou programa computacional que levem a solução ou permitam a dedução de uma solução.

Depois de transformarmos o problema em uma linguagem matemática iremos resolvê-la, de tal modo que no final será obtido um conjunto de expressões aritméticas e fórmulas ou equações algébricas, ou gráficos, ou representações, ou algum programa computacional, assim mencionado por Biembengut e Hein (2003).

3º Etapa: *Modelo Matemático*

- Interpretação da solução;
- Validação do modelo → avaliação;

Nesta terceira e última etapa será realizado uma verificação para sabermos se o aluno foi capaz de gerar um modelo que descreve satisfatoriamente o comportamento do problema concreto ou real. Se por ventura, o modelo não tiver o resultado desejado, é necessário que a etapa 2 seja retomada ou refinada. De tal modo que o modelo matemático esteja interligado a resolução do problema inicial, pois, por meio deste que solucionaremos a situação-problema.

Conclui-se, que todo o processo de modelagem matemática resultará em um modelo, e este modelo será a ferramenta para o estudo do comportamento do fenômeno (ou problema) modelado. Claro, mas para que isso ocorra precisamos de um empecilho, um problema que impulsionará o discente a pesquisar, investigar, manusear programas computacionais, simulações numéricas, entre outros recursos.

É natural que se trabalhe o processo até que o modelo descreva o fenômeno de modo minimamente preciso. O quanto se requer de precisão dependerá do objetivo. Para fins didáticos não se exigira tanto refinamento do modelo quanto se espera de um modelo para aplicações do mundo real.

1.2.2 O PROCESSO SEGUNDO BASSANEZI.

Nesta subsecção abordaremos como é concebido o modelo matemático na visão do professor Carlos Rodney Bassanezi. Nas palavras de Bassanezi, a

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 (p. 24).

Bassanezi (2004), vai dizer também que para que seja possível associar a Modelagem Matemática com a problematização da situação em questão é necessário que siga uma sequência de etapas, assim como Biembengut e Hein, destacadas na figura 2.

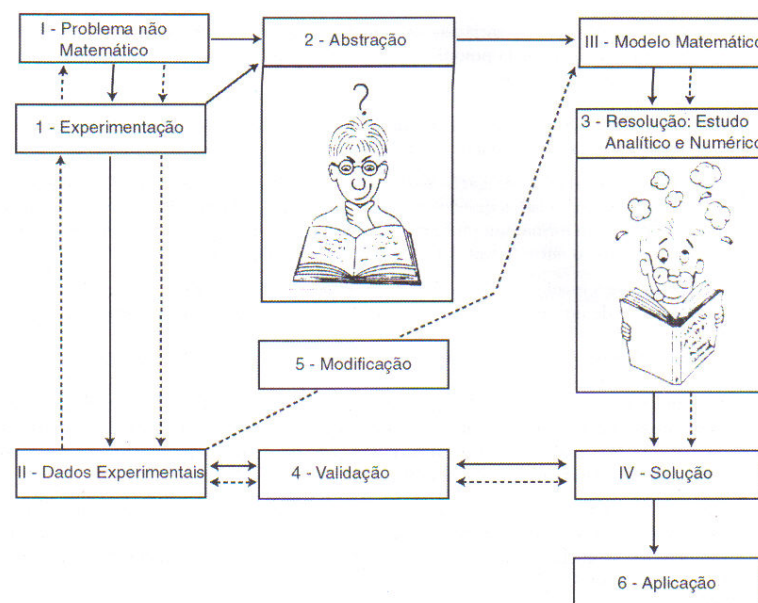


Figura 2: Esquema do processo de Modelagem Matemática de BASSANEZI, 2002, p 27.

Na Figura 2 as setas contínuas indicam a primeira aproximação. E as setas pontilhadas buscam um modelo matemático que melhor descreva o problema estudado, torna o processo dinâmico.

Bassanezi sintetiza a modelagem matemática em cinco etapas, elas são:

1º Etapa: *Experimentação*:

Obtenção de dados através de uma atividade de base laboratorial que possa suprir a carência do problema real;

2º Etapa: *Abstração*:

Nesta etapa será escolhido as variáveis, formular questões, destacar hipóteses, e simplificar a situação-problema em uma linguagem matemática. Bassanezi (2002, p. 20) diz que “[...] modelo matemático é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado e sua importância consiste em ser uma linguagem concisa que expressa nossas ideias de maneira clara e sem ambiguidades [...]”. Logo, a segunda etapa é a construção de modelos matemáticos.

3º Etapa: *Resolução*:

A terceira etapa é o modelo matemático alcançado, a fim de resolver a situação adversa destacada na experimentação.

4º Etapa: *Validação*:

É a verificação dos modelos matemáticos propostos. Nessa fase que testaremos os modelos, acompanhados das hipóteses, que lhes são atribuídas. Estas devem ser confrontadas com os dados empíricos, comparando suas soluções e previsões com os valores obtidos no sistema real. A aproximação do real será o fator principal para a validação dos modelos.

5º Etapa: *Modificação*:

A quinta etapa esta ligada ao problema original, onde alguns fatores correlacionados podem levar a rejeição ou aceitação dos modelos. Assim, podendo ser voltado a etapa de experimentação para que possa ser melhorado ou até mesmo modificado o procedimento. Sendo que nenhum modelo é perfeito, nem impecável ao ponto de não poder ser reformulado, de tal modo é interessante não considerar um modelo definitivo.

É notável que a maneira de Biembengut e Hein conceberem modelos matemáticos é semelhante ao processo descrito por Bassanezi. Percebe-se que diferenciam na quantidade de etapas, nas divisões e a maneira de se obter a solução desejada com a modelagem matemática,

porém todos chegam ao mesmo ponto, um modelo matemático construído através de uma situação-problema tirada da realidade do aluno.

1.2.3 O PROCESSO SEGUNDO A VISÃO DE OREY.

Por fim, nesta última subsecção será destacado o processo para se conceber um modelo matemático de acordo com Daniel Clark Orey. Este juntamente com Rosa e Reis, afirmam que

A modelagem matemática pode ser considerada como um ambiente de aprendizagem no qual se propõe a utilização de uma metodologia pedagógica que envolve a obtenção de um modelo, que tem por objetivo descrever matematicamente um fenômeno da nossa realidade para tentar compreendê-lo, entendê-lo e estudá-lo, criando hipóteses e produzindo reflexões críticas sobre tais fenômenos (ROSA; REIS; OREY, 2012, p. 179).

Destacamos os passos apresentados por Orey, onde esse autor mostra as etapas para se montar um modelo matemático de forma minuciosa, bem detalhada e explicada. A nosso ver é mais clara quando exposta a algum docente que nunca teve contado com a modelagem matemática como metodologia de ensino. Porém queremos ressaltar que Orey não foge das etapas citas por Biembengut e Hein e Bassanezi.

Os passos de acordo com Orey (2004), são:

1º Etapa: Escolha do tema;

Há necessidade de se realizar o levantamento de possíveis temas de estudos a serem desenvolvidos pelos alunos. Estes temas, por exemplo, podem ser: setores de produção, situações econômicas, políticas, sociedade, agricultura, educação, artes, saúde, etc. Os temas devem ser abrangentes para que eles possam propiciar questionamentos em várias direções. Uma vez selecionado o tema, a turma é dividida em grupos de alunos que possuem o mesmo interesse de pesquisa. A escolha do tema deve ser orientada pelo professor, pois é importante que os alunos se envolvam no processo e se sintam motivados pelos temas e problemas que serão levantados. Tendo escolhido o tema, não se tem a noção exata do tipo de matemática

que vai surgir. Assim, devem-se fazer pesquisas, contar ou medir, pois sempre aparecerá uma tabela de dados para que se possa dar início ao processo de modelagem.

2º Etapa: Pesquisa sobre o tema;

Os participantes do grupo devem fazer visitas a vários locais como museus, indústrias, cooperativas, laboratórios, fazendas, universidades, bibliotecas, jornais e revistas, órgãos públicos, de acordo com as necessidades do tema escolhido, para buscar o entendimento do tema que estudarão. A busca de novas informações deve ser realizada utilizando-se referências bibliográficas colhidas em livros, revistas, Internet, entrevistas ou através de experiências vivenciadas por culturas específicas. A pesquisa tem como objetivo a coleta de dados quantitativos e qualitativos que possam auxiliar na formulação das hipóteses. Estes conhecimentos devem ser analisados e interpretados como preparação dos modelos matemáticos que podem ou não ser baseados nas maneiras de se fazer matemática de determinados grupos culturais.

3º Etapa: Elaboração de questionamentos;

Os questionamentos propostos inicialmente pelos alunos são retirados das situações pesquisadas. São questões diretas cujas formulações são equivalentes aos conteúdos matemáticos que eles conhecem. De uma maneira geral, as primeiras questões colocadas são bastante simples, podendo ser solucionadas com a utilização de uma Matemática considerada elementar. Inicialmente, essas questões não enfatizam a necessidade de se conhecer como as questões foram formuladas, o que foi considerado, rejeitado, e qual o relacionamento de cada questão com o tema. Existirá nesta fase, uma espécie de inibição para questionamentos maiores. Assim, a partir destes primeiros questionamentos, começa a ser feita uma ampliação das ideias que envolverão os alunos na procura de generalizações e analogias com situações correlatas.

4º Etapa: Elaboração dos modelos matemáticos;

Por sua natureza conceitual e abstrata, este estágio é muito importante, pois os alunos necessitam de grande ajuda do professor. Procede-se a interpretação dos dados colhidos na pesquisa de campo, sistematiza a coleta e analisa os dados. Nesta etapa elaboram-se

questionários que serão utilizados como métodos específicos de amostragem. Posteriormente, efetua-se uma análise das relações entre as variáveis que são consideradas essenciais para o entendimento do fenômeno estudado, formulando as hipóteses, estabelecendo desta forma os modelos matemáticos que usualmente são elaborados com a formulação de certos conteúdos matemáticos. Neste estágio, os pré-requisitos matemáticos devem ser trabalhados durante todo o processo. Se o modelo que está sendo analisado é para o aprendizado de um novo conteúdo matemático, é necessário que os alunos saibam o que se pretende com a análise do modelo, descrevendo todas as características que são importantes. Deve-se indicar também o porque de certas características serem consideradas e outras rejeitadas. Esse procedimento é um aspecto conceitual importante do processo de modelagem, pois tem como objetivo desenvolver a criação de uma imagem mental da situação que está sendo modelada. Este aspecto permite aos alunos experimentá-la mentalmente, internalizando os conceitos necessários à aprendizagem.

5º Etapa: Formulação dos problemas matemáticos;

A formulação dos problemas matemáticos deve surgir em consequência de uma série de exemplos analisados pelo professor. O professor deve auxiliar os alunos no entendimento das questões relacionadas ao tema de pesquisa para serem resolvidos. O papel do professor é de mediador do processo, pois esclarece as dúvidas e sugere abordagens diferenciadas ao tema de estudo, num processo dialógico. Todos os questionamentos devem partir do grupo. O professor deve dinamizar o processo. Se as questões não surgirem, ele deve buscar um caminho que induza os alunos a buscarem os seus próprios problemas. A transferência da relação verbal (linguagem materna) em simbologia matemática é uma tarefa que exige um grande esforço por parte dos alunos. O professor deve dar uma atenção cuidadosa para a simbologia que os alunos conhecem, principalmente com relação aos símbolos padronizados, aos parâmetros ou para os dados fornecidos, direcionando os alunos para a formulação dos problemas matemáticos. A formulação de um problema em termos matemáticos é sempre o estágio mais difícil da modelagem. Esta fase deve ser enfrentada com o auxílio do professor e também com a criatividade dos alunos.

6º Etapa: Resolução dos problemas matemáticos;

Esta fase é importante, pois conduz para a tomada de decisão, e merece atenção especial, dada a sua importância no processo. Algumas vezes, o problema não precisa ser solucionado com exatidão. Assim, as suposições ou aproximações são frequentes e necessárias na resolução dos problemas. Devemos ser cuidadosos em não antecipar as dificuldades matemáticas que os alunos possam ter, deixando que elas fluam naturalmente. É importante que não enfatizemos a resolução dos modelos matemáticos em torno de uma técnica particular ou de uma teoria específica. Nesta fase, os conceitos matemáticos que foram identificados na solução dos modelos matemáticos devem ser sistematizados.

7º Etapa: Interpretação da solução;

As discussões devem ser incentivadas e constantes para que os componentes do grupo possam atingir o mesmo grau de compreensão na interpretação da solução dos modelos matemáticos. Os grupos devem trabalhar em seus projetos independentemente. O professor funciona como monitor dos grupos e quando constata problemas comuns e de interesse de todos os grupos, deve propor uma aula coletiva abordando o conteúdo necessário. A interpretação da solução matemática envolve a volta aos conceitos matemáticos que estão relacionados ao problema. A interpretação pode ser realizada de maneira analítica, gráfica ou algébrica.

8º Etapa: Comparação do modelo com a realidade;

Nesta fase, faz-se a comparação do modelo matemático com o sistema analisado. A validação dos modelos deve ser o mais coerente possível com a realidade pesquisada. Se porventura, o modelo não for bom, o sistema deve ser retomado com a elaboração de modelos mais significativos ou, se necessário, novas pesquisas devem ser efetuadas, tornando assim o processo dinâmico. Se o modelo for satisfatório, devemos procurar utilizá-lo para fazer previsões, análises ou qualquer outra forma de ação sobre a realidade. Um modelo é considerado bom se sua capacidade de previsão valida a solução do problema quando confrontado com a realidade.

9º Etapa: Relatório e defesa do tema;

No final de cada etapa, os grupos devem expor os resultados da pesquisa para a classe, que pode colaborar com sugestões para a continuação ou modificação dos modelos. No final do processo, o trabalho deve ser exposto numa espécie de defesa de tese e cada grupo deve apresentar um relatório final onde devem constar os modelos criados para cada questionamento, as hipóteses e as devidas conclusões.

10º Etapa: Avaliação;

Na apresentação e defesa do tema, os participantes dos demais grupos devem agir como uma espécie de banca examinadora. Este momento é importante, pois acontece a troca de experiências e críticas com o propósito da melhoria do projeto.

Será observado esses passos em um exemplo da modelagem matemática como metodologia de ensino da matemática na sala de aula, proposta através de uma pergunta: “Qual é a variação do nível da água em um recipiente, quando são colocadas bolinhas de gude no recipiente, que continha um volume inicial de água? O modelo matemático pode ser resolvido através do levantamento de dados da situação, experimentações, formulação e resolução de equações. Este exemplo pode ser aplicado nas séries do Ensino Médio por usar conceitos de geometria analítica.

Experimento: Observando o nível de água em um copo, adaptado de WINTER, Mary Jean. CARLSON, Ronald J. Álgebra experiments I.

Neste experimento, o nível da água no copo é função do número de bolinhas de gude que são colocadas dentro do copo. Considere o número de bolinhas como a variável independente e o nível de água como variável dependente.

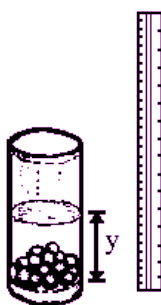


Figura 1: Nível de água em um copo cilíndrico.

Equipamentos: Um copo cilíndrico por grupo de alunos; Várias bolinhas de gude; Uma régua por grupo; Folhas de papel milimetrado, uma por aluno.

Procedimentos: Trabalhar em grupos de dois ou três alunos. Colocar água no copo até atingir uma altura inicial de 6cm; Colocar as bolinhas de gude no copo com água (cinco bolinhas de cada vez) e anotar numa tabela o nível da água; Construir, na folha de papel milimetrado, o gráfico do nível da água em função do número de bolinhas, a partir dos valores obtidos.

Organização e análise dos resultados:

(1) Encontre uma possível equação para a situação trabalhada. A partir, dessa equação, responda: (a) À medida que as bolinhas são acrescentadas, o que acontece com a altura da água no copo? (b) Quantas bolinhas de gude devem ser colocadas para que a água fique no limite da borda do copo? (c) Que altura teremos se colocarmos somente uma bolinha no copo? E se colocarmos nove bolinhas? (d) Como você explica o fato do gráfico ter dado uma reta? (e) Mudando o tamanho das bolinhas e/ou o raio do copo, o que muda na expressão da função?

(2) Deduza uma relação entre x e y a partir da situação geométrica.”

É observado no experimento acima os passos citados por Orey (2004), claro, grande parte está subentendida, pois é apenas o esqueleto de um experimento, que através de sua aplicação será obtido os resultados, assim mencionados pelo autor. Mas, notamos que o docente apresenta um tema aos alunos, trabalha com grupos, questiona-os, de acordo com uma situação real, para que os mesmos sejam capazes de formular modelos matemáticos para explicar e responder as dúvidas a respeito do fenômeno descrito.

Por fim, sempre que alguma área do conhecimento humano é estudada surge a necessidade de posicionar, na corrente do tempo, os eventos que levaram ao patamar atual de desenvolvimento daquela área do conhecimento. Veremos, no próximo capítulo, como isso se deu no caso da modelagem matemática.

2 A HISTÓRIA DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Vamos dividir a explanação sobre o desenvolvimento histórico em duas partes. Na primeira secção será discorrido sobre: o desenvolvimento da modelagem matemática, enquanto área do conhecimento humano. Na segunda secção abordaremos a modelagem matemática como metodologia de ensino-aprendizagem no contexto brasileiro.

2.1 O DESENVOLVIMENTO DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Através das pesquisas sobre o surgimento da modelagem matemática, foi possível notar que ela se desenvolveu por meio da necessidade de resolver problemas do cotidiano. Fica um pouco difícil de dizer exatamente quando realmente começou, mas têm duas correntes de pensamentos sobre mais ou menos aonde se deu início a modelagem matemática. A Modelagem Matemática não é uma ideia nova. Sua essência sempre esteve presente na criação das teorias científicas e em especial, na criação das teorias matemáticas (Biembengut, 2003 p.15).

Para Biembengut e Hein, “a modelagem é tão antiga quanto a própria matemática, surgindo de aplicações na rotina diária dos povos antigos” (BIEMBENGUT E HEIN, 2003, p. 8). Levando em consideração à afirmação dos autores citados acima, foi localizado três situações da história da matemática, onde observou o uso da modelagem matemática para solucionar algum obstáculo do dia a dia.

A primeira ocorre na antiguidade com *Arquimedes e a Coroa Do Rei Hieron*: Arquimedes nasceu em 287 a.C. na cidade de Siracusa, Sicília. Dentre os inúmeros trabalhos publicados por Arquimedes, existe o tratado *Sobre os Corpos Flutuantes*, também conhecido como Teorema ou Princípio de Arquimedes, ele afirma que “todo corpo mergulhado em um fluido recebe um empuxo, de baixo para cima, igual ao peso do volume do fluido deslocado”.

Em uma obra sobre *Arquitectura*, onde é dividida em dez livros, sem uma data precisa, Marcus Vitruvius Pollio, engenheiro e arquiteto romano que viveu no século I a.C., conta como Arquimedes teria descoberto o seu Princípio. No artigo de Martins (2000) tem um texto, onde relata como foi o posicionamento de Arquimedes diante do problema enfrentado. Arquimedes foi desafiado pelo rei Hieron para desvendar o roubo de sua coroa, onde o ladrão

substituiu o ouro por prata, e o rei queria saber quanto foi roubado de sua coroa. Arquimedes encontrou a segunda solução para o problema enfrentado pelo rei:

Assim encaminhado para sua descoberta, diz-se que ele fabricou dois blocos de mesmo peso, igual ao da coroa, sendo um de ouro e o outro de prata. Feito isso, encheu de água até a borda um grande vaso, no qual mergulhou o bloco de prata. Escoou-se uma quantidade de água igual ao volume imerso no vaso. Assim, depois de retirado o corpo, ele colocou de volta a água que faltava, medindo-a com um sextarius, de tal modo que o nível voltou à borda, como inicialmente. Ele encontrou assim o peso de prata correspondente a uma quantidade determinada de água. Feita essa experiência, ele mergulhou, então, da mesma forma o corpo de ouro no vaso cheio, e depois de retirá-lo fez então sua medida seguindo um método semelhante: partindo da quantidade de água necessária, que não era igual e sim menor, encontrou em que proporção o corpo de ouro era menos volumoso do que o de prata, quando tinham pesos iguais. Em seguida, depois de ter enchido o vaso e mergulhado desta vez a coroa na mesma água, descobriu que havia escoado mais água para a coroa do que para o bloco de ouro de mesmo peso, e assim, partindo do fato de que fluía mais água no caso da coroa do que no do bloco, inferiu por seu raciocínio a mistura de prata ao ouro e tornou manifesto o furto do artesão (MARTINS, 2000. p. 117-118).

Interessante observar que Arquimedes resolveu um problema através da modelagem matemática, ele utilizou de cálculos e estratégias matemáticas para solucionar a dificuldade em questão. Nota-se que naquela época não havia o conhecimento da modelagem matemática, que se tem hoje, mas, mesmo assim, Arquimedes fez uso da mesma. Ou seja, construir modelos matemáticos para solucionar problemas do cotidiano não é algo novo.

A segunda situação da história da matemática que é possível mostrar o uso da modelagem matemática é o *modelo planetário de Ptolomeu*. O modelo apresentado por Ptolomeu é o modelo Geocêntrico do Sistema Planetário, no século II d.C., este sistema foi predominante durante quatorze séculos até ser negado por Nicolau Copérnico (1473-1543).

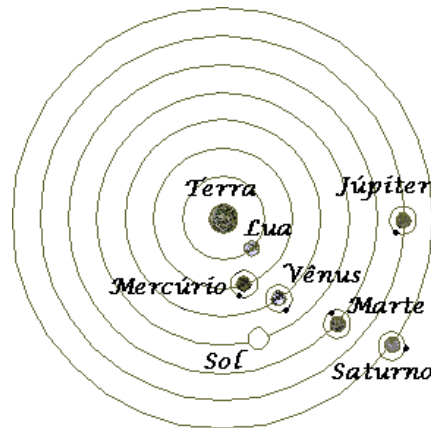


Figura 2: Sistema Planetário de Ptolomeu.

Na época, Ptolomeu elevou o conhecimento astronômico matemático para outro patamar, uma posição que ainda não havia sido alcançada, sendo levado pelas ideologias pitagóricas na qual “os fenômenos naturais podem ser descritos e previstos matematicamente”. Ptolomeu utilizou da modelagem matemática para obter modelos planetários, mesmo que depois foi refutado, foi de tamanha importância para o desenvolvimento astronômico.

E a terceira é Euler e as Pontes de Königsberg – Os habitantes de Königsberg na Prússia, hoje Kaliningrad, Rússia, atravessavam as sete pontes que ligavam o Rio Pregel a cidade. Alguns habitantes começaram a se perguntar se era possível, partindo de qualquer região, margem ou ilha, atravessar as sete pontes do Rio Pregel, sem ter que passar duas vezes na mesma ponte, retornando ao ponto de partida. Esse problema ficou conhecido como: *O problema das Pontes de Königsberg*, onde quem ficou encarregado de resolver essa “charada”, digamos assim, foi Leonhad Euler.

Euler elaborou um modelo matemático para que essa situação-problema fosse resolvida, um diagrama semelhante à Figura 3. Ele apresentou esse modelo que resolveria a “charada” para a Academia de Ciências Russa de São Petersburgo no ano de 1736. Leonhad Euler transformou uma “charadinha” do cotidiano deles em um modelo matemático, relacionou uma dificuldade apresentada por esses habitantes com definições, axiomas e teoremas matemáticos, ou seja, utilizou de ferramentas matemáticas para fazer uso da modelagem.

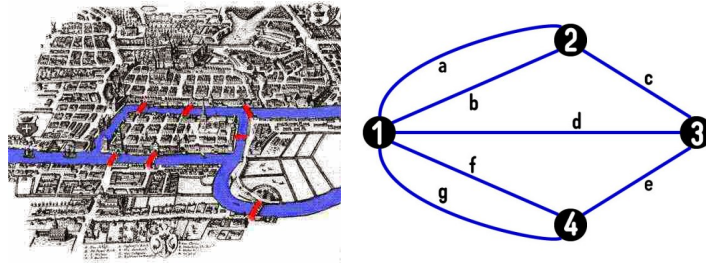


Figura 3: À esquerda, o esquema de pontes da cidade de Königsberg no século XVIII e, à direita, o Modelo Matemático das pontes.

É notório que a modelagem matemática se desenvolveu por necessidade, por se depararem com situações do dia a dia, onde não sabiam como solucioná-las. Interessante ressaltar que essas situações-problemas foram modeladas utilizando a matemática. Podemos visualizar com facilidade que o principal objetivo da modelagem matemática é promover uma interligação da matemática com uma situação dada. Porém, o matemático não se contenta em apenas transformar o problema em uma linguagem matemática, eles buscam generalizar a situação para que dali possa ser usada em outras dificuldades. Por exemplo, Euler, no problema das pontes ele não parou quando descobriu a possível solução para a “charada”, ele continuou, generalizou aquele modelo, e isso deu início na Teoria dos Grafos.

Portanto, percebe-se o quão importante a modelagem é para o desenvolvimento humano, sendo utilizada em diversas áreas de conhecimento. Citamos três marcos da história onde foi identificado a modelagem matemática, e cada situação é uma ciência diferente, uma relação diferente, e ainda assim foi possível modelar a situação matematicamente. A modelagem matemática se desenvolveu em vários ramos, Lima diz que o modelo matemático “vem sendo amplamente usada por engenheiros, físicos, estatísticos e economistas desde a década de 1940, pelo menos” (Lima Filho, 2008, p. 15). Ou seja, modelagem matemática não é algo novo, muito pelo contrário, tem acompanhado a história da matemática.

2.2 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO METODOLOGIA DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM NO BRASIL

Em busca de atrair o aluno, fugir do ensino tradicional, surge a modelagem matemática proposta como uma metodologia de ensino. Essa estratégia vem ganhando espaço no Brasil e

no mundo, sendo uma metodologia no ensino da matemática. Na década de 1970 surgem os primeiros trabalhos, aqui no Brasil, sendo pioneiros os professores: Aristides Camargo Barreto, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; seguido por Ubiratan D'Ambrósio, um dos representantes brasileiros em Educação Matemática e por último Rodney Carlos Bassanezi da Universidade de Campinas.

A partir dos anos de 1980 passam a surgir os primeiros cursos de Pós-graduação em modelagem matemática no Brasil. O principal expoente desta iniciativa foi o professor Carlos Rodney Bassanezi. Daí em diante a modelagem só tem se expandido no ensino da matemática. Um novo marco é estabelecido em 2001 quando a Sociedade Brasileira de Educação Matemática, SBEM, cria o Grupo de Trabalho (GT) de Modelagem. Outro evento marcante na história da modelagem matemática no Brasil, ocorre em 2006, na cidade de Blumenau, Santa Catarina, quando é fundado o Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino, CREMM, esse centro tem como fundadora a professora Maria Sallet Biembengut.

O GT de Modelagem Matemática, também conhecido como GT10, é o décimo Grupo de Trabalho criado pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), este tem a finalidade de “favorecer o debate e a colaboração dos pesquisadores brasileiros que realizam investigações sobre modelagem matemática, na perspectiva da Educação Matemática, articulando o desenvolvimento dessa frente de pesquisa no país”.

Em 2007, o GT10 reuniu diversos artigos sobre a Modelagem Matemática e os publicou em um livro chamado *Modelagem Matemática na Educação Matemática: Pesquisas e Práticas Educacionais*. Essa obra apresenta a modelagem matemática de maneiras variadas, se destacando em quatro áreas:

- I. Aspectos teóricos da modelagem matemática: esses artigos apresentam uma preocupação com o aprofundamento teórico que contribua para a aplicação da modelagem matemática.
- II. Modelagem e prática de sala de aula: aqui são apresentadas as pesquisas de campo tanto no Ensino Básico como no Ensino Superior. É aonde as estratégias são testadas.
- III. Modelagem Matemática e as tendências da informação e da comunicação: os artigos defendem o uso da Modelagem Matemática através dos ambientes virtuais de aprendizagem.
- IV. Modelagem Matemática e formação de professores: a Modelagem Matemática aqui é apresentada como estratégia de ensino para o educador e para o educando.

Ressaltando que não existe somente esses grupos de estudos sobre a modelagem matemática, aqui no Brasil, existem inúmeros grupos que defendem essa prática de ensino. Por exemplo o Centro Virtual de Modelagem, o CVM, que além de funcionar como ambiente virtual para pesquisadores, faz uma ligação entre a modelagem e a internet, facilitando cada vez mais o acesso a essa estratégia.

Percebe-se que a modelagem matemática facilita a aprendizagem, tanto que vem se desenvolvendo rapidamente, uma grande tendência para a educação matemática. Pois esse recurso metodológico motiva, prepara os alunos a trabalhar com a matemática em variadas áreas de conhecimento, dando a eles competência para explorar, investigar, moldar as situações-problemas do dia a dia, e o principal que é formar sujeitos críticos na sociedade.

Diante de tantos e relevantes fatos sobre a modelagem matemática, de seu desenvolvimento histórico e de sua reconhecida potencialidade como ferramenta de ensino e aprendizagem de matemática, nos ocorreu a ideia: através de uma pesquisa simples e direta, investigar até que ponto essa metodologia tem sido difundida entre os professores de matemática que atuam nas escolas públicas de Palmas, capital do nosso estado. O próximo capítulo contempla esse estudo.

3 A PESQUISA

Este trabalho de pesquisa tem o objetivo de relatar se a modelagem matemática vem sendo utilizada como metodologia de ensino na educação matemática. D’Ambrósio (2002) irá dizer que “na formação de professores de matemática o maior desafio é fazer uma matemática integrada ao pensamento moderno”, e ele sugerirá a modelagem matemática como estratégia, “a fim desta criar oportunidades para a discussão de questões de natureza social, cultural, política e econômica, visto que a modelagem contribui para as ciências exatas, físicas e naturais”.

Tendo explanado o que é a modelagem matemática e seu desenvolvimento como metodologia de ensino na educação matemática. Apresentamos nesse capítulo a pesquisa, que conforme já mencionado tem por objetivo avaliar a difusão dessa estratégia de ensino nos colégios públicos que ofertam o ensino médio em Palmas – TO.

Para tanto na primeira secção abordaremos os aspectos metodológicos do trabalho, bem como em quais colégios a pesquisa foi desenvolvida. Após o que, na secção seguinte são apresentados os dados coletados, bem como a sua análise.

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A abordagem utilizada na pesquisa foi quantitativa, onde houve coleta de informações para serem quantificadas, para que pudesse chegar a um único objetivo, de maneira clara e centrada. Pois nosso foco nessa pesquisa é saber de maneira real, quais docentes fazem uso da modelagem matemática na sala de aula, e os motivos pelos quais utilizam, já que é uma tendência metodológica. Queremos quantificar também os professores que não a utilizam, e os motivos pelos quais não utilizam, já que é tão comentada e defendida, será que ainda tem profissionais que não fazem uso dela?

Segundo Fonseca (2002, p. 20):

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra

na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

A pesquisa foi realizada em apenas uma etapa, aplicação de um questionário. De acordo com Marconi; Lakatos (2010, p.86) “o questionário é um instrumento de coleta de dados construído por um série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistado”.

O tipo de questionário escolhido para os docentes foram de múltipla escolha, com perguntas objetivas, e uma série de possíveis respostas. Foi dividido o questionário em: Questionário Geral, identificando: sexo, idade, formação acadêmica e tempo de atuação, e um Questionário específico: a respeito do conhecimento sobre a modelagem matemática como metodologia de ensino da matemática. Este questionário específico foi constituído por quatro perguntas (ANEXO 1), foi-se pensado em um questionário prático e que não levasse muito tempo para ser respondido, mas que mesmo assim fosse possível obter o resultado desejado.

A amostra foi composta por professores de matemática do Ensino Médio de Colégios Estaduais da cidade de Palmas – Tocantins, sendo 33 profissionais de ambos os sexos, com idade variando de 20 a 60 anos. O método de escolha da amostra foi de forma aleatória, escolhemos Colégios Estaduais aleatoriamente e selecionamos alguns professores de matemática das instituições escolhidas, até porque nem todos tiveram vontade de participar da pesquisa.

A princípio foi realizado um levantamento dos Colégios Estaduais das quatro regiões de Palmas – Tocantins para selecionarmos Instituições de todas as localidades da cidade. Logo após, foram aplicados os questionários no intervalo dos professores com o devido consentimento da direção da escola e dos próprios docentes. Participaram da pesquisa os Colégios de Ensino Médio: Frederico Pedreira Neto, Dom Alano Marie Du Noday, São José, Madre Belém, Taquaralto, Santa Rita de Cassia, Girassol de Tempo Integral Rachel de Queiroz, Castro Alves, Militar de Palmas, Tiradentes, Liberdade.

Em um momento posterior foi ampliado o universo pesquisado por ser incluído representantes docentes do Campus Palmas do Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia, pelo critério de que este faz parte da rede pública que oferta ensino em nível médio.

3.2 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Para se obter um diagnóstico preciso, que represente a realidade da educação matemática nos ensinos médios, toda a análise foi com base nos questionários. Os pontos abordados foram o uso ou não da modelagem matemática como metodologia no ensino da matemática, foi relacionado o conhecimento dessa estratégia educacional com a formação acadêmica, e o tempo de atuação, observamos os motivos pelos quais alguns docentes não utilizam essa técnica, e os motivos pelos docentes utilizarem esse recurso metodológico.

Estruturamos tabelas e gráficos, de modo que, nas tabelas são apresentados dados absolutos e percentuais. Nos valem os gráficos para ilustrar os dados percentuais de forma que torne mais simples a compreensão da sua representatividade desses dados no contexto geral da pesquisa.

Conforme os resultados obtidos com as respostas da parte geral do questionário, e apresentados por meio da Tabela 1, verifica-se que participaram da pesquisa 33 docentes do sexo feminino e masculino, com idade e formação acadêmicas declaradas. As idades variaram de 20 a 60 anos e a formação acadêmica de graduação ao doutorado.

Tabela 1. Proporção estimada dos docentes que atuam no ensino de Matemática em Palmas – TO distribuído por nível acadêmico versus sexo e faixa etária, no primeiro semestre de 2017.

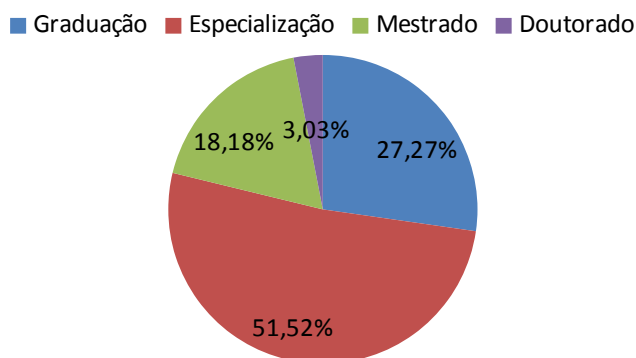
Sexo	Faixa etária, anos	Nível acadêmico							
		Graduação		Especialização		Mestrado		Doutorado	
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Feminino	< 30	2	6,06	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	$30 \leq x \leq 40$	4	12,12	2	6,06	0	0,0	0	0,0
	> 40	0	0,0	5	15,15	0	0,0	0	0,0
Masculino	< 30	0	0,0	1	3,03	0	0,0	0	0,0
	$30 \leq x \leq 40$	0	0,0	4	12,12	2	6,06	0	0,0
	> 40	3	9,09	5	15,15	4	12,12	1	3,03
Total		9	27,27	17	51,52	6	18,18	1	3,03

Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Por meio do Gráfico 1 destacamos a representação percentual da quantidade de docentes que declararam possuir cada um dos níveis acadêmicos aferidos na pesquisa. Com o intuito de mostrar a titulação dos docentes entrevistados, foi constatado que 51% dos entrevistados são especialistas, 27% são graduados, 18% mestres e a minoria são doutores.

Gráfico 1. Estimativa de docentes de Escolas Públicas de Palmas – TO, que participaram da pesquisa, com formação acadêmica entre graduação, especialista, mestrado e doutorado, no primeiro semestre de 2017.

Formação acadêmica



Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Por meio da tabela 2, será apresentado os dados acerca da formação acadêmica em relação ao tempo de atuação na educação e ao gênero de cada um. Sendo que são 9 docentes graduados, 17 com especialização, 6 com mestrado e 1 com doutorado. São os dados de identificação dos entrevistados, apenas para constatação.

Tabela 2. Proporção estimada dos docentes, participantes da pesquisa, que atuam no ensino de Matemática em Palmas — TO distribuído por nível acadêmico versus sexo e tempo de atuação na educação.

Sexo	Tempo de atuação na educação	Nível acadêmico							
		Graduação		Especialização		Mestrado		Doutorado	
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Feminino	<5	2	6,06	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	$5 \leq x \leq 10$	2	6,06	1	3,03	0	0,0	0	0,0
	$10 < x \leq 15$	0	0,0	1	3,03	0	0,0	0	0,0
	> 15	2	6,06	5	15,15	0	0,0	0	0,0
Masculino	<5	0	0,0	1	3,03	0	0,0	0	0,0
	$5 \leq x \leq 10$	0	0,0	4	12,12	1	3,03	0	0,0
	$10 < x \leq 15$	1	3,03	1	3,03	0	0	0	0,0
	> 15	2	6,06	4	12,12	5	15,15	1	3,03
Total		9	27,27	17	51,52	6	18,18	1	3,03

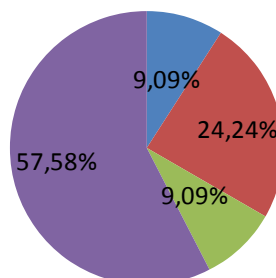
Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017.

No Gráfico 2 constataremos a quantidade de docentes em relação ao tempo de atuação na educação, para que possamos melhor visualizar a carreira profissional dos entrevistados. Sendo que dos entrevistados, 57% dos docentes possuem mais de 15 anos de docência, 24% tem entre 5 e 10 anos de educação, 9% tem entre 10 e 15, e também 9% tem menos de 5 anos na educação. Ou seja, a maioria dos participantes da pesquisa já possuem um longo trajeto na educação matemática.

Gráfico 2. Estimativa do tempo de atuação na educação dos docentes, participantes da pesquisa, de Escolas Públicas de Palmas – TO, no primeiro semestre de 2017.

Tempo de atuação na educação

■ Menos de 5 anos ■ Entre 5 e 10 anos
■ Entre 10 e 15 anos ■ Mais de 15 anos



Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017.

Os dados das Tabela 3 até a tabela 9, foram obtidos com as respostas das questões da parte específica do questionário. O objetivo das questões foi de analisar a formação e o conhecimento dos docentes em relação ao tema da modelagem matemática como metodologia de ensino e sua prática em sala de aula.

Foi analisado as questões e as respostas dos professores de maneira isolada. Na primeira questão do questionário, observaremos apenas as pessoas que responderam sim (Tabela3) para a pergunta: *O senhor (a) conhece a Metodologia de Ensino de Matemática baseada em modelagem matemática?*

Será quantificado os docentes que conhecem a modelagem matemática como metodologia de ensino da matemática de acordo com o tempo de atuação na educação e a sua formação acadêmica, com o intuito de verificar se o tempo na educação motiva o profissional a buscar novos meios para a educação dos discentes e se a titulação influencia nesse conhecimento.

Tabela 3. Questão 1: O senhor conhece a Metodologia de Ensino de Matemática baseada em modelagem matemática?

Questão 1	Tempo de atuação na educação	Nível acadêmico							
		Graduação		Especialização		Mestrado		Doutorado	
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Sim	<5	1	3,03	1	3,03	0	0,0	0	0,0
	$5 \leq x \leq 10$	2	6,06	4	12,12	1	3,03	0	0,0
	$10 < x \leq 15$	0	0,0	2	6,06	0	0,0	0	0,0
	>15	2	6,06	8	24,24	5	15,15	0	0,0
Total		5	15,15	15	45,45	6	18,18	0	0,0

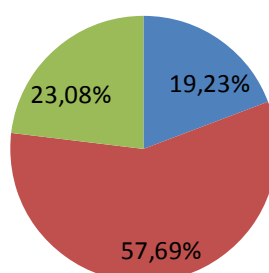
Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Com base nos dados apresentados na Tabela 3 será observado através do Gráfico 3 o percentual de docentes que responderam conhecer a modelagem matemática como metodologia de ensino em contraste com a sua formação acadêmica. Para melhor visualização foi utilizado o gráfico de setores onde foi verificado 57% dos docentes que disseram conhecer esta metodologia de ensino são especialistas, 23% mestres e 19% graduados. Percebe-se que a maioria dos professores possuem uma formação acadêmica continuada, e que a minoria tem apenas a graduação.

Gráfico 3. Estimativa de docentes, participantes da pesquisa, de Escolas Públicas de Palmas – TO que disseram conhecer a modelagem matemática como metodologia de ensino, em relação a formação acadêmica de cada um, no primeiro semestre de 2017.

Formação Acadêmica (conhecem a modelagem matemática)

■ Graduação ■ Especialização ■ Mestrado ■ Doutorado



Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Na Tabela 4 são apresentados os dados apenas das pessoas que responderam não para a pergunta: *O senhor (a) conhece a Metodologia de Ensino de Matemática baseada em modelagem matemática?*

Onde foi notado que dos 33 entrevistados somente 7 docentes não conhecem a modelagem matemática. Foi-se apresentado esses dados acompanhado do tempo de atuação e o nível acadêmico, para que fosse identificado se os não conhecedores desta metodologia estão a muito tempo na educação e se a titulação contribui ou não para o conhecimento desta estratégia de ensino.

Dos docentes que disseram não conhecer a modelagem como metodologia de ensino 4 são graduados, 2 são especialistas, 1 doutor e nenhum mestre.

Tabela 4. Questão 1: O senhor conhece a Metodologia de Ensino de Matemática baseada em modelagem matemática?

Questão 1	Tempo de atuação na educação	Nível acadêmico							
		Graduação		Especialização		Mestrado		Doutorado	
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Não	<5	1	3,03	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	$5 \leq x \leq 10$	0	0,0	1	3,03	0	0,0	0	0,0
	$10 < x \leq 15$	1	3,03	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	> 15	2	6,06	1	3,03	0	0,0	1	3,03
Total		4	12,12	2	6,06	0	0,0	1	3,03

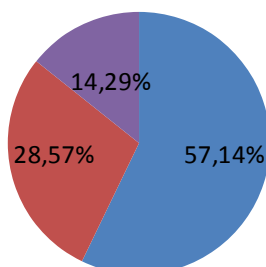
Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

No Gráfico 4 é possível analisar de maneira mais clara a formação acadêmica dos docentes que disseram não conhecer a modelagem matemática como metodologia de ensino, sendo 57% graduados, 28% são especialistas e 18% doutores, nenhum mestre alegou não conhecer essa estratégia de ensino da matemática.

Gráfico 4. Estimativa de docentes, participantes da pesquisa, de Escolas Públicas de Palmas – TO que disseram não conhecer a modelagem matemática como metodologia de ensino, em relação a formação acadêmica de cada um, no primeiro semestre de 2017.

Formação Acadêmica (não conhecem a modelagem matemática)

■ Graduação ■ Especialização ■ Mestrado ■ Doutorado



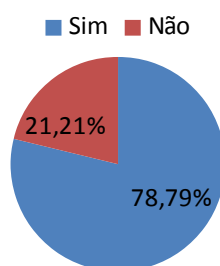
Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

No Gráfico 5 faremos o contraste dos professores que alegaram conhecer e aqueles que disseram não conhecer a modelagem matemática como uma alternativa metodológica para o ensino da educação matemática. Utilizando o gráfico de setores para melhor análise dos dados obtidos nas tabelas.

Onde 78% dos docentes entrevistados alegaram conhecer essa metodologia de ensino, e apenas 21% disseram não conhecê-la. Nítido que a maioria obteve contato com esta ao longo de sua formação profissional.

Gráfico 5. Estimativa de docentes, participantes da pesquisa, de Escolas Públicas de Palmas – TO que responderam a questão de número 1, no primeiro semestre de 2017.

1. O senhor conhece a Metodologia de Ensino de Matemática baseada em Modelagem Matemática?



Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Os professores que responderam *sim* para a Questão 1: *O senhor (a) conhece a Metodologia de Ensino de Matemática baseada em modelagem matemática?* Responderam também as questões 2 e 3, e a questão 4 foi respondida apenas pelos educadores que não conhecem a modelagem matemática como metodologia de ensino de matemática.

Na Tabela 5 será analisado as respostas dos docentes na questão 2, como eles obtiveram conhecimento dessa metodologia para o ensino da matemática, de acordo com o nível acadêmica de cada um.

Tabela 5. Questão 2: Como o senhor (a) teve contato com essa metodologia?

Questão 2	Nível acadêmico							
	Graduação		Especialização		Mestrado		Doutorado	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Currículo de graduação	4	12,12	7	21,21	2	6,06	0	0
Currículo de pós-graduação	0	0,0	4	12,12	2	6,06	0	0,0
Cursos sobre o tema	0	0,0	1	3,03	1	3,03	0	0,0
Pesquisa por iniciativa própria	1	3,03	3	9,09	1	3,03	0	0,0
Total	5	15,15	15	45,45	6	18,18	0	0,0

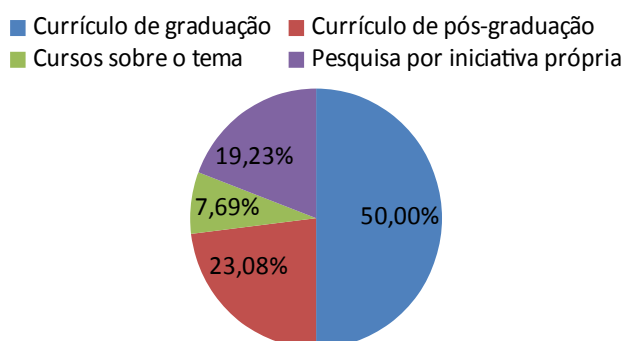
Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Será analisado, com o auxílio do Gráfico 6, como os educadores tiveram contato com a modelagem matemática, se foi através do currículo de graduação, ou no currículo de pós-graduação, ou ainda, se fizeram cursos sobre o tema ou pesquisaram por iniciativa própria.

Os dados da Tabela 5 foram transformados em porcentagem e colocados no Gráfico 6, para que fosse mais fácil a visualização dos dados obtidos. Nota-se que 50% conheceram em seu currículo de graduação e 23% no currículo de pós-graduação, ou seja, as instituições de ensino superior estão cada vez mais preocupadas em aprimorar a educação matemática.

Gráfico 6. Estimativa de docentes, participantes da pesquisa, de Escolas Públicas de Palmas – TO que responderam a questão de número 2, no primeiro semestre de 2017.

2. Como o senhor teve contato com essa metodologia?



Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Constataremos as respostas dos docentes na questão 3, se eles aplicam a metodologia, pelo menos, eventualmente em suas aulas e por qual motivo eles a aplicam, relacionando como conheceram a metodologia de ensino, questão 2. Será observado as respostas isoladamente, será examinado da seguinte maneira: os docentes que utilizam e se é eficaz a metodologia de ensino da modelagem matemática (tabela6), e os docentes que não utilizam e o porquê de não utilizarem (tabela7).

Através da tabulação percebemos que dos 26 docentes que conhecem a modelagem matemática como metodologia de ensino, apenas 17 docentes dizem utilizar ela em suas aulas.

Tabela 6. Proporção estimada dos docentes, participantes da pesquisa, que disseram utilizar a modelagem matemática como metodologia de ensino da matemática, em Palmas – TO, distribuído por como tiveram contato com essa metodologia (questão2) e os motivos pelos quais a utilizam (questão3) versus a formação acadêmica, no primeiro semestre de 2017.

Questão 2	Questão 3	Nível acadêmico							
		Graduação		Especialização		Mestrado		Doutorado	
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Currículo de graduação	Interesse dos alunos	0	0,0	2	6,06	1	0,0	0	0,0
	Melhora no rendimento	4	12,12	2	6,06	0	0,0	0	0,0
	Outras razões	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Currículo de pós-graduação	Interesse dos alunos	0	0,0	3	9,09	0	0,0	0	0,0
	Melhora no rendimento	0	0,0	1	3,03	0	0,0	0	0,0
	Outras razões	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cursos sobre o tema	Interesse dos alunos	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Melhora no rendimento	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Outras razões	0	0,0	1	3,03	0	0,0	0	0,0
Pesquisa por iniciativa própria	Interesse dos alunos	1	3,03	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Melhora no rendimento	0	0,0	1	3,03	0	0,0	0	0,0
	Outras razões	0	0,0	1	3,03	0	0,0	0	0,0
Total		5	15,15	11	33,33	1	3,03	0	0,0

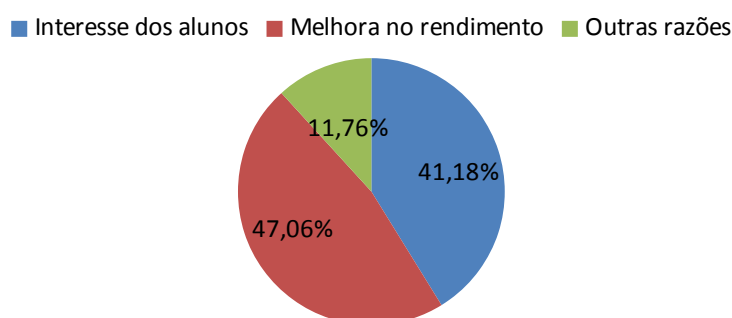
Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Colocamos os resultados obtidos com as respostas dos educadores da questão 3 no Gráfico 7, para que fosse melhor apurado os dados obtidos.

Através deste gráfico percebe-se que os docentes têm bons resultados a respeito da utilização da metodologia de ensino baseada na modelagem matemática, por tal motivo fazem uso desse recurso metodológico.

Gráfico 7. Estimativa de docentes, participantes da pesquisa, de Escolas Públicas de Palmas – TO que disseram utilizar a metodologia de modelagem matemática em suas aulas, eventualmente, por tais motivos listados no gráfico abaixo, no primeiro semestre de 2017.

Motivos dos docentes utilizarem a metodologia de modelagem matemática em suas aulas



Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Por meio da Tabela 6, foi possível observar que apenas 17 docentes fazem uso da metodologia de ensino baseado na modelagem matemática. De tal modo, foi feita uma análise do percentual de docentes que dizem utilizar a modelagem como metodologia de ensino em contraste com a formação acadêmica dos mesmos e o tempo de atuação na educação, será analisado por auxílio da Tabela 7.

Tabela 7. Proporção estimada dos docentes, participantes da pesquisa, que alegam utilizar a modelagem matemática como metodologia de ensino da matemática, em Palmas – TO, versus a formação acadêmica, no primeiro semestre de 2017.

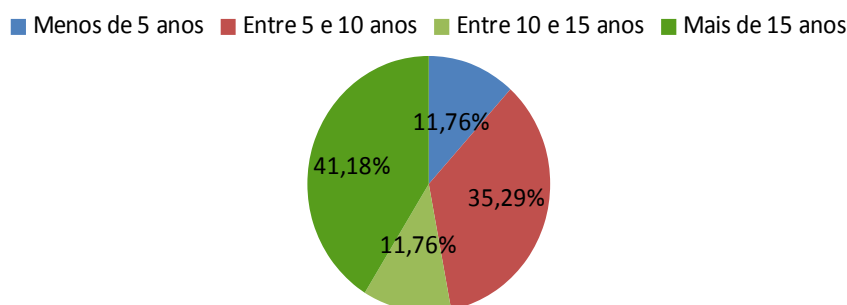
Tempo de Atuação na Educação	Nível acadêmico							
	Graduação		Especialização		Mestrado		Doutorado	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
<5	1	3,03	1	3,03	0	0,0	0	0,0
$5 \leq x \leq 10$	2	6,06	3	9,09	1	3,03	0	0,0
$10 < x \leq 15$	0	0,0	2	6,06	0	0,0	0	0,0
> 15	2	6,06	5	15,15	0	0,0	0	0,0
Total	5	15,15	11	33,33	1	3,03	0	0,0

Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Colocamos este percentual da Tabela 7 no Gráfico 8, para melhor visualização. O objetivo dessa comparação é lançar luz sobre um possível indicativo de que o tempo de atuação no magistério poderia ser um fator motivador da busca de outras estratégias de ensino não tradicionais.

Gráfico 8. Estimativa de docentes, participantes da pesquisa, de Escolas Públicas de Palmas – TO que disseram utilizar a metodologia de modelagem matemática em suas aulas, eventualmente, versus o tempo de atuação na educação, no primeiro semestre de 2017.

Docentes que disseram utilizar a modelagem em suas aulas vs o tempo de atuação na educação

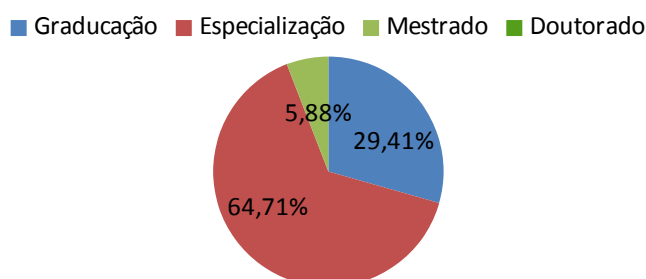


Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Após a análise do Gráfico 8, achamos pertinente observar o percentual de docentes que alegaram utilizar a modelagem em contraste com a sua formação acadêmica, através do Gráfico 9. Com a finalidade de identificar qual a titulação dos docentes que disseram fazer uso desta estratégia de ensino.

Gráfico 9. Estimativa de docentes, participantes da pesquisa ,de Escolas Públicas de Palmas – TO que disseram utilizar a metodologia de modelagem matemática em suas aulas, eventualmente, versus a formação acadêmica, no primeiro semestre de 2017.

Docentes que disseram utilizar a modelagem em suas aulas vs a formação acadêmica



Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Examinamos as respostas dos docentes na questão 3, se eles aplicam a metodologia, pelo menos, eventualmente em suas aulas e por qual motivo eles a aplicam, relacionando como conheceram a metodologia de ensino, questão 2. Com auxílio da Tabela 6 analisamos os motivos pelos quais os educadores utilizam a metodologia de modelagem matemática em suas aulas.

Agora, verificaremos os motivos pelos quais alguns educadores não fazem uso deste método educacional (tabela8), relacionando com o seu nível acadêmico e o ambiente em que conheceram a modelagem matemática como método de ensino.

Tabela 8. Proporção estimada dos docentes, participantes da pesquisa, que não utilizam a modelagem matemática como metodologia de ensino da matemática, em Palmas – TO, distribuído por como tiveram contato com essa metodologia (questão2) e os motivos pelos quais não a utilizam (questão3) versus a formação acadêmica, no primeiro semestre de 2017.

Questão 2	Questão 3	Nível acadêmico							
		Graduação		Especialização		Mestrado		Doutorado	
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Currículo de graduação	Muito trabalhosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Insegurança para conduzi-la	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	A instituição não proporciona condições	0	0,0	2	6,06	0	0,0	0	0,0
	Outros motivos	0	0,0	1	3,03	1	3,03	0	0,0
Currículo de pós-graduação	Muito trabalhosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Insegurança para conduzi-la	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	A instituição não proporciona condições	0	0,0	1	3,03	0	0,0	0	0,0
	Outros motivos	0	0,0	0	0,0	3	9,09	0	0,0
Cursos sobre o tema	Muito trabalhosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Insegurança para conduzi-la	0	0,0	0	0,0	1	3,03	0	0,0
	A instituição não proporciona condições	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Outros motivos	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pesquisa por iniciativa própria	Muito trabalhosa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Insegurança para conduzi-la	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	A instituição não proporciona condições	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Outros motivos	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total		0	0,0	4	12,12	5	15,15	0	0,0

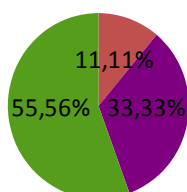
Fonte: Pesquisa realizada em campo, Junho/2017

Observamos os motivos pelos quais alguns educadores não utilizam a modelagem matemática como artifício para o ensino da matemática, concluímos que grande parte dos profissionais não lista um motivo específico, e outro grupo de educadores alegam que a instituição não proporciona condições necessárias para a utilização deste método. E uma minoria diz que não se sente seguro para aplicá-la, levando em consideração a complexidade dessa metodologia para o dia a dia. Veremos melhor esta análise no Gráfico 10.

Gráfico 10. Estimativa de docentes, participantes da pesquisa, de Escolas Públicas de Palmas – TO que disseram não utilizar a metodologia de modelagem matemática em suas aulas, por tais motivos listados no gráfico abaixo, no primeiro semestre de 2017.

Motivos dos docentes não utilizarem a metodologia de modelagem matemática em suas aulas

■ Muito trabalhosa ■ Insegurança para conduzi-la
■ Instituição não proporciona condições ■ Outros motivos

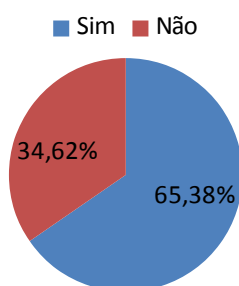


Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Fizemos a análise da questão 3 de forma separada, verificamos primeiramente os docentes que utilizam a metodologia de modelagem matemática e os motivos por utilizarem, com o auxílio do Gráfico 7. Depois observamos os que não a usam e os motivos por não a usarem, Gráfico 10. Agora, faremos a junção das informações, Gráfico 11, obtidas na questão 3, para termos a precisão de quantos docentes aplicam a metodologia de modelagem matemática, pelo menos, eventualmente em suas aulas.

Gráfico 11. Estimativa de docentes, participantes da pesquisa, de Escolas Públicas de Palmas – TO que responderam a questão de número 3, no primeiro semestre de 2017.

3. Aplica a metodologia de modelagem matemática suas aulas, pelo menos, eventualmente?



Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Analizamos detalhadamente as respostas dos educandos que responderam *sim* para a Questão 1: *O senhor (a) conhece a Metodologia de Ensino de Matemática baseada em modelagem matemática?* Estes também responderam as questões 2 e 3, e a questão 4 foi respondida apenas pelos educadores que não conhecem a modelagem matemática como metodologia de ensino de matemática. Por intermédio da Tabela 9 faremos esta análise quantitativa dos professores que não à conhecem.

Temos 33 professores entrevistados, sendo 26 conhecedores da metodologia de ensino baseada na modelagem matemática, e apenas 7 docentes não conhecedores deste método de ensino.

Tabela 9. Questão 4: Caso tenha respondido *não* à pergunta 1, a razão principal do senhor (a) não conhecer essa metodologia é:

Questão 4	Nível acadêmico							
	Graduação		Especialização		Mestrado		Doutorado	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Nunca ouvi falar	1	3,03	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ouviu falar, mas não se sente à vontade para explorar	1	3,03	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ouviu falar, mas nunca teve oportunidade de se inteirar no assunto	2	6,06	1	3,03	0	0,0	1	3,03
Ouviu falar, mas nunca teve interesse pelo tema	0	0,0	1	3,03	0	0,0	0	0,0
Não tem tempo para ir atrás, mas gostaria de se aprofundar no tema	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
A instituição não incentiva a buscar novas metodologias	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total	4	12,12	2	6,06	0	0,0	1	3,03

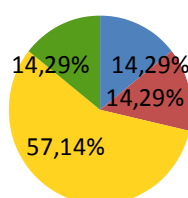
Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Transformamos os dados analisados na Tabela 9 no Gráfico 12, para que pudéssemos observar com clareza os motivos por alguns docentes não conhecerem essa metodologia. E foi possível perceber que a metade dos docentes que alegaram não conhecerem a modelagem dizem que já ouviram falar, mas não tiveram oportunidade de se inteirar no assunto.

Gráfico 12. Estimativa de docentes, participantes da pesquisa, de Escolas Públicas de Palmas – TO que alegam não conhecerem a metodologia de ensino baseada na modelagem matemática, selecionando os principais motivos por não conhecerem esse método educacional, no primeiro semestre de 2017.

4. Caso tenha respondido não à resposta 1, a razão principal do senhor (a) não conhecer essa metodologia é:

- Nunca ouviu falar
- Ouviu falar, mas não se sente à vontade para explorar
- Ouviu falar, mas nunca teve oportunidade de se inteirar no assunto
- Ouviu falar, mas nunca teve interesse pelo tema
- Não tem tempo para ir atrás, mas gostaria de se aprofundar no tema
- A instituição não incentiva a buscar novas metodologias



Fonte: Pesquisa de campo realizada, Junho/2017

Através desta pesquisa, com o auxílio dos gráficos e tabelas, fomos capazes de concluir que 78,79% dos entrevistados conhecem a modelagem matemática como metodologia de ensino na educação matemática, ou seja, grande maioria teve contato com esta estratégia metodológica ao longo da sua formação profissional. Sendo que desses educadores que conhecem a modelagem, grande parte são especialistas, ou seja, possuem uma formação continuada. Desses especialistas mais da metade utilizam a modelagem matemática em suas aulas e a maioria possui mais de 15 anos de profissão.

Percebemos também, que todos os mestres entrevistados conhecem a modelagem como método de ensino da matemática, porém somente um mestre faz uso desta estratégia em suas aulas, os demais por motivos não destacados não a usam.

Dos professores que alegaram não conhecer a modelagem matemática, a maioria só tem a graduação e um dos profissionais que fizeram tal alegação se intitulou doutor. Neste último caso ocorreu-nos que de acordo com esse dado é possível sugerir uma hipótese de que a

titulação acadêmica não é, necessariamente, acompanhada de uma maior preocupação com a didática da prática educativa.

Gostaríamos de ressaltar o critério para escolha das escolas e docentes entrevistados. A seleção das escolas foi feita aleatoriamente. Nem todos os professores a quem nos dirigimos aceitaram participar. Além disso algumas diretorias não permitiram que a pesquisa fosse realizada. As unidades educacionais que são citadas na parte introdutória deste capítulo permitiram e nelas pelo menos um docente respondeu o questionário. Ao todo foram 33 docentes entrevistados, dos quais 26 afirmaram conhecer a modelagem, mas somente 17 dizer fazer uso desta metodologia e os outros 9 preferem não utilizá-la. E apenas 7 dos 33 docentes que participaram dessa pesquisa afirmaram não conhecer a modelagem matemática como metodologia de ensino.

CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho concluiu-se que há sim aspectos benéficos no uso da modelagem matemática no ensino da disciplina a que ela se presta. Os educadores que alegam utilizar esta metodologia, também afirmam que os alunos ficam mais interessados, mais atentos, e o seu rendimento se torna sensivelmente melhor.

Foi possível notar que os professores buscaram se aperfeiçoar no ensino, sair um pouco do tradicionalismo, afinal, não é fácil transformar a matemática em uma matéria agradável ao aluno, porém vimos que a modelagem proporciona esse fator.

Por meio da pesquisa foi possível estabelecer, também, que mais de 70% dos docentes afirmam conhecer a modelagem matemática. Muitos alegam que a conheceram em sua graduação, ou seja, os cursos de licenciatura em matemática vêm sempre buscando novos meios para transformar a educação matemática. Em adição um bom número de docentes buscou a formação continuada, e isso refletiu no maior uso da modelagem como estratégia de ensino.

Por fim, ao longo do processo, diante das dificuldades enfrentadas ficou evidente que essa pesquisa se realizada com o apoio dos órgãos gestores de educação pública seria possível obter dados que confrontados com os índices de desenvolvimento básico fornecidos pelo Ministério da Educação, poderiam apontar direções para o planejamento de formação continuada dos docentes ligados a rede de ensino médio.

REFERÊNCIAS

A Modelagem Matemática na sala de aula: uma forma de diversificar o ensino –Cristina Medianeira de Souza Chaves – Eleni Bisognin.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. O que pensam os professores sobre a Modelagem Matemática?. Zetetiké, Campinas, v.7, n.11, p. 67-85, jan./jun. 1999.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. Bolema, Rio Claro, n. 15, p. 5-23, 2001.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. Reunião anual da ANPED, v. 24, n. 7, p. 1-15, 2001.

BARBOSA, J. C., 2004, em Cury, H. N (Ed.); Disciplinas Matemáticas em cursos superiores: Reflexões, relatos, propostas. 1º ed. Rio Grande do Sul, RS, 2004.

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

BASSANEZI, Rodney Carlos. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática. 3. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2004.

BASSANEZI, R. C. Modelagem Matemática: uma disciplina emergente nos programas de formação de professores. Biomatemática, Campinas, n. 9, p. 9-22, 1999. Disponível em: < <http://www.ime.unicamp.br/~biomat/revistas.htm> > Acesso em: 14 fev. 2014.

BÉAL, Y. (1996). Cidadão no Saber e/ou Cidadão no Mundo. In: GFEN-Groupe français d'éducation nouvelle. Construire ses savoirs. Construire sa citoyenneté. De l'école à la cite. Lyon, Chronique sociale.

BIEMBENGUT, Maria Salett. Modelagem Matemática & Implicações no Ensino-Aprendizagem de Matemática. Blumenal: Editora da FURB, 1999.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. Modelagem Matemática no Ensino. 5.ed. São Paulo: Contexto, 2000.

BIEMBENGUT, M. S., HEIN, N. Modelagem matemática no ensino. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. Modelling in Engineering: Advantages and Difficulties. In: HAINES, Christopher; GALBRAITH, Peter; BLUM, Werner; KHAN,

Sanowar. Mathematical Modelling ICTMA 12 - Education, Engineering and Economics. Inglaterra: Horwood Publishing Limited, 2007a.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006. Disponível em: . Acesso em 10 junho de 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. Disponível na Word Wide Web: <http://www.qedu.org.br/cidade/4250-palmas/ideb?dependence=2&grade=2&edition=2015>.

BURAK, Dionísio. Uma perspectiva de modelagem matemática para o ensino e a aprendizagem da matemática. Modelagem Matemática-Uma perspectiva para a Educação Básica. Ponta Grossa: E-ditora UEPG, p. 15-38, 2010.

CRITELLI, Dulce Mara. Educação e dominação cultural, tentativa de reflexão ontológica. São Paulo: Cortez, 1980.

DEMO, Pedro. Educar pela pesquisa. São Paulo: Autores Associados, 2002.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática e educação. Reflexão e Ação, v. 10, n. 1, p. 7-19, 2002.

FERREIRA, Gessé Pereira et al. A MODELAGEM MATEMÁTICA AO LONGO DA HISTÓRIA E O SURGIMENTO DA MODELAÇÃO MATEMÁTICA NO BRASIL.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GAZZETA, M. (1988). A Modelagem como Estratégia de Aprendizagem em Cursos de Aperfeiçoamento de Professores. Rio Claro: UNESP. Dissertação de Mestrado.

LAKATOS E.M., MARCONI, M.A. Fundamentos de metodologia científica. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, R.A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. <http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/17-2/artpdf/a1.pdf>. Acesso em: 14 de jan de 2009.

MOTA, Gisele Machado; DE QUEIROZ, Luiz Carlos. MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA PARA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.

O PROBLEMA DAS SETES PONTES DE KÖNIGSBERG.
<http://users.prof2000.pt/agnelo/grafos/pontesh.htm>. Acesso em 14 fev 2009.

OREY, C. Daniel. Etnomatemática como ação pedagógica. California State University, Sacramento, California, USA, 2004. Disponível na Word Wide Web: <<http://www.csus.edu/indiv/o/oreyd>>. Acesso em 8 maio 2004.

SILVA, Leandro da Hora. O uso do episódio histórico de Arquimedes como fator motivador nas aulas de mecânica dos fluidos. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SHINKAWA, Sandra Mara Megumi. Modelagem matemática: um ensaio de pesquisa de campo. 2014.

VIECILI, Cláudia Regina Confortin. Modelagem matemática: uma proposta para o ensino da matemática. 2006. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

WINTER, Mary Jean. CARLSON, Ronald J. Algebra experiments I. Disponível na Word Wide Web: http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/mundo_mat/cfuncao/rexp3.htm. Acesso em 24 abril 2004.

ANEXO 1

Nesta secção será apresentado o questionário utilizado para a composição de dados desta pesquisa quantitativa, realizada com alguns professores das instituições públicas, selecionadas, de Palmas – TO.

QUESTIONÁRIO SOBRE A METODOLOGIA DE ENSINO DE MATEMÁTICA BASEADA EM MODELAGEM MATEMÁTICA

Este questionário tem por objetivo identificar a opinião e a formação dos professores de Matemática do _____ sobre a metodologia de ensino de matemática baseada em modelagem matemática, bem como identificar a importância dessa metodologia para a educação matemática.

Ao responderem, solicitamos que avalie as alternativas de maneira condizente com a sua formação e conhecimento.

Agradecemos a colaboração de cada docente pelo tempo dedicado à nossa pesquisa.

Dados de identificação

Gênero: () F () M

Idade: () Menos de 30 () Entre 31 e 39 () Mais de 40 anos

Formação Acadêmica: () Graduação () Especialização () Mestrado () Doutorado

Tempo de atuação na Educação: () Menos de 5 anos () Entre 5 e 10 anos () Entre 10 e 15 anos () Mais de 15 anos

Questionário Específico

1 - O sr conhece a Metodologia de Ensino de Matemática baseada em modelagem matemática?

() Sim

() Não

Se sua resposta à pergunta 1 foi sim, responda às perguntas 2 e 3, caso contrário, poderá passar para a pergunta 4 e demais.

2 - Se sua resposta à pergunta nº1 foi sim, como o sr teve contato com essa metodologia?

() No meu currículo de graduação;

() No meu currículo de pós-graduação;

() Fiz cursos sobre o tema;

() Pesquisei por iniciativa própria;

3 - Aplica a metodologia de modelagem matemática em suas aulas pelo menos eventualmente e porque?

() sim, porque percebi que os estudantes ficam mais interessados;

() sim, porque notei melhora no rendimento dos estudantes;

() sim, por outras razões não alistadas nas opções de resposta.

() não, porque achei muito trabalhosa;

() não, porque não sinto segurança para conduzir o processo;

() não, porque a instituição não proporcionou as condições necessárias para trabalhar com essa metodologia de ensino

() não, por outros motivos não contemplados nas opções de resposta;

4 - Caso tenha respondido não à pergunta 1, a razão principal de o sr. não conhecer essa metodologia é:

() Nunca ouvi falar do assunto;

() Ouvi falar, mas não me sinto à vontade para explorar esse tema;

- () Ouvi falar, mas nunca tive oportunidade de me inteirar dele;
- () Ouvi falar, mas nunca tive interesse pelo tema;
- () não tenho tempo, embora gostaria de me aprofundar no tema;
- () a instituição onde leciono não incentiva a busca por novas metodologias;