



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PPG



PROFMAT

MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT

ALLAN KARDEC ARAUJO ALVES

**A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA MEDIADORA NO
ENSINO DA MATEMÁTICA**

São Luís - MA

2020

ALLAN KARDEC ARAUJO ALVES

**A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA MEDIADORA NO
ENSINO DA MATEMÁTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Celina Amélia da Silva

São Luís - MA

2020

Alves, Allan Kardec Araújo.

A modelagem matemática como ferramenta mediadora do ensino da matemática / Allan Kardec Araújo Alves. – São Luís, 2020.

63 f

Dissertação (Mestrado Profissional) – Curso de Matemática em Rede Nacional, Universidade Estadual do Maranhão, 2020.

Orientador: Profa. Dra. Celina Amélia da Silva.

1.Modelagem matemática. 2.Educação matemática. 3.Matemática - Ensino – Aprendizagem. I.Título

CDU: 51:37

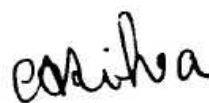
ALLAN KARDEC ARAUJO ALVES

**A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA MEDIADORA
NO ENSINO DA MATEMÁTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Aprovado em: 20 / 11 / 2020

Banca examinadora:



Prof. Dr.ª. Celina Amélia da Silva (Orientadora)
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)



Prof. Dr. João Coelho Silva Filho (Examinador Interno)
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)



Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo (Examinador Externo)
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

São Luís – MA
2020

*Este trabalho é dedicado aos meus maiores incentivadores:
Willian, Ilza, Thayze, Gleyci e Vanessa.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todos os momentos nos quais fui atendido quando pedi força, saúde, disposição e proteção.

A meus pais, Willian e Ilza e às minhas irmãs, Gleycianne e Thayze pelo apoio e encorajamento, principalmente nas ocasiões de dificuldades.

À minha noiva, Vanessa Silva, por todas as acolhidas e por estar sempre disposta a ajudar.

À secretária do curso, Annanda, por toda disponibilidade, a todos os docentes do programa.

À minha orientadora, Dr^a. Celina Amélia da Silva, por todas as trocas, ensinamentos e incentivos durante a realização deste trabalho.

Aos amigos que fiz ao longo desses anos, que tornaram a árdua caminhada até aqui bem mais leve.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para este trabalho.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

O ensino de Matemática deve possibilitar o uso de problemas práticos nas situações de ensino aprendizagem e a aplicação de problemas relacionados com outras áreas do conhecimento, favorecendo a interdisciplinaridade, o que é possível com a aplicação da Modelagem Matemática como ferramenta no ensino da matemática. O trabalho apresenta uma reflexão expressa pelo objetivo geral, analisar a utilização da modelagem matemática como ferramenta no processo ensino aprendizagem de matemática, do qual derivam os objetivos específicos, identificar o entendimento dos respondentes sobre modelagem matemática; investigar as concepções dos professores sobre o uso da modelagem matemática como ferramenta de ensino aprendizagem; pesquisar como as orientações curriculares oficiais tratam o tema Modelagem Matemática. O problema que norteia a investigação procura elucidar se os professores ao concluir a graduação se sentem preparados para usar a modelagem matemática como ferramenta de ensino aprendizagem. Nesse sentido buscou apoio nos teóricos entre os quais Bassanezi (2011), Biembengut e Hein (2011), Almeida, Silva e Vertuan (2012) e Azevedo, Caldeira, Malheiros (2019). Foi realizada e analisada uma pesquisa qualiquantitativa com 211 docentes na qual os resultados apontaram que os professores entendem que o uso da Modelagem Matemática como ferramenta promove ganho de autonomia discente, a interdisciplinaridade e a inserção da realidade nas aulas. Contudo, quando questionados acerca das possíveis dificuldades inerentes a aplicação da modelagem, ficou claro, através das respostas, que os professores demonstraram, em algumas situações, que durante a formação inicial eles não vivenciaram atividades envolvendo a aplicação da Modelagem Matemática como estratégia de ensino aprendizagem de matemática.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Educação Matemática. Ensino-Aprendizagem de Matemática.

ABSTRACT

Mathematics teaching should enable the use of practical problems in situations of teaching learning and applying problems related to other fields of the knowledge, favoring interdisciplinarity, made possible by the application of mathematical modeling as a tool in the teaching of mathematics. The work presents a reflection expressed by the general objective, to analyze the use of modeling mathematics as a tool in the teaching-learning process of mathematics, which specific objectives derive from, identifies the understanding of respondents on mathematical modeling; investigate how teachers' conceptions on the use of mathematical modeling as a teaching and learning tool; researching how the official curricular guidelines deal with the theme of modeling mathematics. The problem that guides research, seeks to elucidate whether teachers upon graduation they feel prepared to use mathematical modeling as teaching learning tool? In this sense, he sought support from theorists among which Bassanezi (2011), Biembengut and Hein (2011), Almeida, Silva and Vertuan (2012) and Azevedo, Caldeira, Malheiros (2019). A research was carried out and analyzed qualitative quantitative study with 211 teachers in which the results showed that teachers understand that the use of Mathematical Modeling as a tool gains student autonomy, interdisciplinarity and the insertion of reality in classes. Yet, when asked about the possible difficulties inherent in the application of modeling, it was clear from the responses that the teachers demonstrated, in some situations, during initial training they did not experience activities applying an application of Mathematical Modeling as a teaching strategy math learning.

Keywords: Mathematical Modeling. Mathematical Education. Teaching-Mathematics Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema da Modelagem Matemática	24
Figura 2 - A tabuleta Plimpton 322	29
Figura 3 - Curva de Hípias	29
Figura 4 - Perímetro do pescoço e distância ombro a ombro	33
Figura 5 - Relação do tamanho numérico da roupa com o perímetro do pescoço	35
Figura 6 - Relação do tamanho numérico da roupa com o comprimento ombro a ombro	35
Figura 7 - Análise de conteúdo de Laurence Bardin	40
Figura 8 - Tempo de docência dos entrevistados	41
Figura 9 - Ocasão(ões) em que os entrevistados tiveram contato com a Modelagem Matemática?.....	42
Figura 10 - Você já utilizou a Modelagem Matemática nas suas práticas de ensino?	42
Figura 11 - O quanto a alta exigência de preparação do professor, antes e no momento da aula, o impede de utilizar a Modelagem Matemática.....	47
Figura 12 - O quanto a carga de atividades pedagógicas as quais os docentes são submetidos o impede de utilizar a Modelagem Matemática.....	47
Figura 13 - O quanto a preocupação em cumprir o conteúdo o impede de utilizar a Modelagem Matemática	48
Figura 14 - O quanto a insegurança diante do novo o impede de utilizar a Modelagem Matemática	49
Figura 15 - O quanto a superlotação das turmas e a indisciplina dos alunos, respectivamente, o impede de utilizar a Modelagem Matemática.....	50
Figura 16 - O quanto a falta de estrutura da escola o impede de utilizar a Modelagem Matemática	50
Figura 17 - O quanto a indisposição e cansaço dos alunos o impede de utilizar a Modelagem Matemática	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação do tamanho da roupa com o perímetro do pescoço	33
Quadro 2 - Relação do tamanho da roupa com o comprimento ombro a ombro	33
Quadro 3 - Relação do tamanho numérico da roupa com o perímetro do pescoço	34
Quadro 4 - Relação do tamanho numérico da roupa com o comprimento ombro a ombro	34
Quadro 5 - Tamanho numérico e perímetro do pescoço em intervalos.....	36
Quadro 6 - Tamanho numérico e comprimento ombro a ombro em intervalos	36
Quadro 7 - Validação final do modelo	38

LISTA DE SÍMBOLOS

\mathbb{R}	Conjunto dos números reais
\mathbb{R}^*	Conjunto dos números reais, com exceção do zero.
\mathbb{Z}	Conjunto dos números inteiros
$=$	Igual
\rightarrow	Implica
\neq	Diferente
\Rightarrow	Implica em
$[]$	Função maior inteiro menor que
$[]$	Função menor inteiro maior que
\leq	Menor ou igual
$<$	Menor

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	18
1.1 Modelagem Matemática	22
1.2 Modelagem Matemática em sala de aula	25
2 A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS FUNÇÕES NA EDUCAÇÃO BÁSICA	28
2.1 Uma breve contextualização do estudo de funções	28
2.2 Estudando funções na educação básica.....	30
2.3 Uma aplicação em sala de aula	32
3 AS PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES NO PROCESSO DE MODELAGEM MATEMÁTICA	39
3.1 Percurso metodológico.....	39
3.2 Análise e Discussões dos Resultados.....	41
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE A – Formulário Aplicado	60

INTRODUÇÃO

Cada vez mais, professores e estudiosos da área da Educação têm discutido formas de desenvolver o interesse por parte dos alunos no ensino da Matemática. Esse esforço conjunto, se justifica à medida que a matéria figura, constantemente, entre as que mais reprovam e provocam o desinteresse dos educandos, o que os deixam, de certo modo, predispostos a não gostar da disciplina.

Somado a isto, a organização Todos pela Educação apresentou em seu relatório anual¹ que em 2017 apenas 21,5% dos alunos do 9º ano possuíam aprendizagem adequada em Matemática. Nos anos posteriores o problema se acentua, o relatório estima que em 2017, apenas 9,1% dos alunos cursistas da 3ª série do Ensino Médio possuíam nível de aprendizagem satisfatória em Matemática.

Além disso, a sociedade reivindica que o ensino orientado nas escolas, promova alunos com desenvolvimento de raciocínio autônomo, que sejam capazes de refletir e que saibam onde aplicar os ensinamentos adquiridos. Não há mais espaço para o ensino no qual a maioria dos assuntos estudados são vistos como úteis somente para responder provas.

Portanto, é de grande importância propor uma reflexão quanto às metodologias de ensino capazes de promover mudanças necessárias nas práticas pedagógicas do ensino da Matemática, afim de que se possa vislumbrar uma transformação no cenário atual de aprendizagem retratado acima, ainda que o problema envolva uma série de circunstâncias, que inclusive, transcendem o seio escolar.

O problema que orienta a investigação busca desvendar se os professores ao concluir a graduação se sentem preparados para usar a Modelagem Matemática como ferramenta de ensino aprendizagem. Assim, de forma macro, este trabalho objetiva analisar a utilização da Modelagem Matemática como ferramenta no processo ensino aprendizagem de matemática. Para alcançar este objetivo, buscar-se-á a identificação do entendimento dos respondentes sobre o tema, também serão analisadas as concepções que o que os professores têm sobre o uso da Modelagem Matemática e, seguindo essa perspectiva, investigar-se-á junto a um grupo de entrevistados, os principais obstáculos apontados pela literatura no que tange a utilização da Modelagem Matemática nas práticas docentes, de modo a elucidar se os professores ao concluir

¹ Disponível em: <<https://www.todospelaeducacao.org.br/pag/cenarios-da-educacao>> Acesso em: 28 ago. 2020.

a graduação se sentem preparados para usar a Modelagem Matemática como ferramenta de ensino aprendizagem.

Segundo D'Ambrósio (1998), tornar a matemática atrativa, útil e atual, isto é, integrada ao mundo de hoje é o grande desafio que os educadores matemáticos encontram. Nesse contexto, a Modelagem Matemática se apresenta como uma das alternativas pedagógicas significativas, na qual se podem solucionar, através da Matemática, problemas que aparentemente não seriam resolvidos com o intermédio da Matemática. Dessa forma, permite-se introduzir a contextualidade e a interdisciplinaridade nas aulas e despertar a atenção dos alunos, uma vez que com essa metodologia, eles passam a exercer um comportamento ativo e deixam de ser meros resolvedores de problemas propostos.

O estudo da Modelagem Matemática se intensificou nas últimas décadas do século XX, através de ensinamentos pautados por problemas que não se originam, de modo geral, na Matemática. Dessa forma, o tema conquistou espaço e hoje constitui um dos ramos próprios da Matemática, com foco na tradução de situações reais para a linguagem dos números, permitindo uma melhor compressão, previsão e simulação de eventos de variadas áreas do conhecimento.

A discussão acerca do tema não se limita apenas em como utilizar a Modelagem Matemática, muito ainda se debate sobre a aplicação ou não do método na Educação Básica. Alguns autores elaboraram suas dissertações e/ou teses, versando sobre o tema, e, em seus textos, eles apontam e tentam compreender os principais obstáculos que professores e futuros professores sentem em integrar a Modelagem Matemática em suas práticas de ensino.

Para elaboração da seção intitulada “A Educação Matemática” foram utilizados documentos curriculares, tais como: Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), de modo que se compreenda como a educação tem sido planejada, frente ao panorama desafiador indicado por resultados de pesquisas e programas de avaliação, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) e as avaliações do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). Ainda na seção 1, apoiando-se em pesquisadores nacionais que estudam o assunto como Bassanezi, Biembengut e Caldeira, foram abordados os principais conceitos de Modelagem Matemática, a descrição do processo de aplicação de uma modelagem, suas etapas e objetivos.

Na seção 2, foi realizada uma breve contextualização sobre o conceito de função, sua importância e representatividade na Educação Básica e por fim, foi proposta uma aplicação de Modelagem Matemática que utiliza o ensino de funções. Utilizando-se de uma situação

cotidiana, o problema é anunciado: com base apenas em algumas medidas do corpo, é possível determinar qual tamanho de roupa escolher? A resolução da questão possibilita a inserção da realidade do aluno nas práticas de ensino e a utilização de temas que seriam lecionados de modo tradicional em sala de aula. Objetivou-se também permitir, que fossem expostas de forma prática, as etapas da aplicação da Modelagem Matemática, como a resolução, familiarização e a validação, levantadas na seção 1.

Embora a Modelagem Matemática seja abordada neste trabalho como uma alternativa pedagógica em contraposição ao ensino tradicional, entende-se que não existem soluções definitivas para os problemas que surgem na área da Educação Matemática, quando se utiliza a modelagem, pois suas consequências transcendem o meio escolar. As mudanças são constantes, em consequência dos avanços tecnológicos e também devido a uma série de variáveis que envolvem a utilização de uma metodologia de ensino. O que em um primeiro momento, para um dado grupo, se mostrou eficiente, pode não ser eficiente em um ambiente diferente, com outros personagens.

Assim, na seção 3, são apresentados dados coletados em uma pesquisa qualiquantitativa, realizada com um grupo de 211 (duzentos e onze) professores, que buscou analisar a visão que eles possuem da Modelagem Matemática. Nesta mesma pesquisa, os educadores avaliaram em que nível, os principais obstáculos para utilização da Modelagem Matemática, apontados na literatura, os impediam de modelar em sala de aula. As resistências apontadas são múltiplas e se mostram presentes nas relações do professor com o currículo, com os alunos, com a falta de estrutura das escolas e também na relação do professor com situações extraclasse.

1 A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Sabe-se que a Educação Matemática não se volta apenas a saberes acadêmicos, ela tem a responsabilidade de conferir ao homem a capacidade de resolver problemas, de aperfeiçoar conhecimentos. Mais que isso, ela tem um valor formativo e instrumental, pois o ensino de matemática serve de ferramenta para vida cotidiana, uma vez que, em meio ao mundo globalizado, no qual tudo está interligado, o saber matemático é requerido em todos os âmbitos. Para os educadores matemáticos Groenwald et al (2004), tanto no âmbito da Didática, como da Educação Matemática, tem se desenvolvido um conjunto muito importante de concepções de ensino e aprendizagem que influenciam todas as áreas do conhecimento científico, as mesmas foram muito bem aceitas na comunidade dos educadores matemáticos.

Assim, buscou-se na BNCC, compreensões sobre os processos de ensinar e aprender, destacando que existe a necessidade de “aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea” (BRASIL, 2017, p.14). Com o que corroboramos com relação ao ensino de matemática e dos demais componentes curriculares.

Nessa linha de pensamento, enumeramos competências específicas que se se entrelaçam com as demais, no entanto, estão em estreita relação com os objetivos propostos nesse trabalho:

Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas [...]. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente (BRASIL, 2017, p.533).

A mais nova orientação curricular, a BNCC, deixa claro que para todos os campos do conhecimento matemático, a resolução de problemas pode ser proposta a partir da construção de modelos matemáticos adequados às situações diversificadas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) até pouco tempo foi um dos principais documentos que norteavam e organizavam o aprendizado no Ensino Médio. Em sua apresentação os PCNEM afirmam que o Ensino Médio deve proporcionar:

um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente, evitando tópicos cujos sentidos só possam ser compreendidos em outra etapa de escolaridade (BRASIL, 1999, p. 4).

No campo da Matemática, os PCNEM estabelecem que o aluno deve perceber a matemática como um conjunto de códigos e regras que dão a ela um status de linguagem de comunicação, permitindo que se modele e interprete a realidade (BRASIL, 1999).

Existem, no âmbito escolar, alunos que apresentam dificuldades na resolução de problemas matemáticos, mas que no seu cotidiano demonstram um raciocínio apurado para problemas que envolvem números. Assim, Delval (1998) e Santos e Lima (2010) destacam que as aulas lecionadas na escola deveriam ser conduzidas a partir dos problemas suscitados pelos estudantes, uma vez que, dessa forma, além de proporcionar o ensino, elas os capacitam para oferecer soluções que tenham significado para eles.

Nos dias atuais, a aprendizagem ainda é constantemente associada ao ambiente escolar, porém, não se pode negligenciar que muito conhecimento é produzido fora da sala de aula. A aprendizagem está presente no nosso dia a dia e é por essa razão que a Educação Matemática tem seu papel de atuação tanto em espaços formais de ensino, como também nos espaços informais.

A Matemática, tal como vem sendo ensinada muitas vezes no meio escolar, ressalta apenas os aspectos internalistas, que priorizam as estruturas matemáticas e nada mais. Ela traz a ideia de obra pronta, a qual não permite a participação dos discentes, sob a justificativa de que a matéria se encontra clara e exposta de forma lógica e organizada.

Sem exigir estratégias sofisticadas, a Matemática deve ser encarada, também, como uma ferramenta a ser aplicada em outras áreas do conhecimento, isto é, deve ser adaptada a diferentes contextos. Uma vez que, limitar e aprofundar o estudo em apenas uma área, desconsiderando sua integração com o todo, propicia uma visão estreita e reduzida (FORTESKI; MARTINS, 2018).

A contextualização é tema contido nos PCNEM, sendo enunciada como “o potencial de um tema permitir conexões entre diversos conceitos matemáticos e entre diferentes formas de pensamento matemático” (BRASIL, 1999, p. 43).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais lembram que a contextualização do conhecimento é uma ferramenta escolar capaz de retirar a passividade do estudante. O documento afirma que, se bem trabalhado, o conhecimento contextualizado permite que os conteúdos ensinados provoquem aprendizagens expressivas, que levam os alunos a construir uma relação de reciprocidade com o objeto de estudo. “A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas” (BRASIL, 1999, p. 79).

A atitude de contextualizar o ensino origina uma formação mais completa para os estudantes, transforma-os em cidadãos mais críticos, reflexivos, capazes de encarar situações sob óticas variadas, e, assim, os habilitam a agir de forma ativa na sociedade.

Neste sentido, a educação matemática no Brasil ainda tem muito a melhorar. O Instituto Paulo Montenegro, organização criada para desenvolver e difundir práticas educacionais inovadoras que colaborem para o avanço da qualidade da educação, divulgou em 2004, uma pesquisa que objetivou aferir o que ele chama de Indicador de Alfabetismo Funcional (Inaf). Os dados apresentados apontaram que 77% dos jovens entrevistados não são capazes de solucionar problemas matemáticos que demandam mais de um passo para sua resolução, bem como não são habilitados em ler gráficos e/ou tabelas. Os entrevistados que se enquadram na situação de analfabetos matemáticos correspondem a 2% e são assim chamados por não dominarem habilidades matemáticas simples, tais como anotar um número de telefone ou ler o preço de um determinado produto.

A pesquisa avalia que apenas 23% da população jovem e adulta do Brasil são capazes de utilizar estratégias matemáticas que envolvam uma série de operações. Além disso, apenas esse seleto grupo está apto a resolver problemas com cálculos de proporção e possuem familiaridade com mapas, gráficos e tabelas.

Embora a pesquisa seja de 2004, o Instituto Paulo Montenegro apresentou em 2018 percentuais que mostram que pouca coisa mudou. Os ditos analfabetos funcionais, ou seja, aquelas pessoas que, segundo o Instituto, têm muita dificuldade com leituras e com operações matemáticas em situações da vida cotidiana, caiu apenas três pontos percentuais, passando de 11% em 2004-2005 para 8% em 2018. Quanto aos considerados proficientes não houve mudança, o relatório mostra 12% para ambos os anos.

Realizado a cada três anos pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), o programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), considerado o maior estudo sobre educação no mundo, revelou em sua edição de 2018 que o

Brasil apresenta baixa proficiência em leitura, ciências e matemática, quando comparado a 78 outros países participantes do programa. Em percentuais, avaliou-se que 68,1% dos estudantes brasileiros não possuem sequer o nível básico de matemática, nível considerado o mínimo para o pleno exercício da cidadania.

Essa deficiência em matemática pode ainda ser analisada de modo regionalizado, através do Relatório do Sistema de Avaliação da Educação Básica – Avaliação Nacional de Alfabetização (SAEB/ANA), elaborado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) que consiste em um documento que subsidia a compreensão e análise do cenário nacional, além de trazer informações sobre a que nível de proficiência em matemática, estados e regiões se encontram.

Conforme relatório da Edição 2016, no Maranhão, a maior concentração de estudantes (41%) está no Nível 1 da escala de Matemática. Isso significa que eles não são capazes, por exemplo, de completar sequências numéricas crescentes de números naturais, de 2 em 2, de 4 em 4, de 5 em 5 ou de 10 em 10 ou ainda ler horas e minutos em relógios analógicos, identificando marcações de 10, 30 e 45 minutos, além de horas exatas (INEP, 2018).

Estes dados evidenciam a necessidade de intervenção no ensino da Matemática no Brasil. Deste modo, o professor deve assumir sua função de educador e esforçar-se na busca pela minimização dos problemas que desviam e prejudicam a compreensão acerca da Matemática.

Ensinar Matemática apoiando-se somente em suas noções de natureza lógica, mostra-se cada vez mais dificultoso, uma vez que os alunos não veem significado no que é passado pelo professor, e, muitas das vezes, não vislumbram a utilidade dos conceitos lecionados. Para contornar esses obstáculos, Brandt, Burak e Klüber (2016) sugerem a inversão dos procedimentos usados, como forma de explicar os problemas reais enfrentados pelos participantes da sociedade.

Através da Base Nacional Comum Curricular (2017) é possível observar que a transmissão de conhecimento de forma mecânica e tradicional, sem conexão com o mundo externo, não deve mais ser padrão. Isso pode ser facilmente interpretado ao se analisar o segundo item de competências específicas e habilidades da área do conhecimento da Matemática e suas tecnologias.

O documento regulador sugere em sua competência específica 2, que, através da Matemática, o ensino seja voltado a propor ações investigativas, tomando por base os problemas contemporâneos, quer sejam sociais, de sustentabilidade, ou, inclusive, do mundo

do trabalho: “Mobilizando e articulando conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática” (BRASIL, 2018, p. 533).

Nesse cenário desafiador, perspectivas metodológicas em educação matemática tais como a Modelagem Matemática, Etnomatemática, Tecnologias de Informação e Jogos Matemáticos surgem para os educadores como importantes ferramentas no combate às dificuldades existentes com o processo ensino aprendizagem de matemática. Através dessas ferramentas é possível mostrar aplicações práticas da matemática no seu dia a dia, tornando o ensino mais prazeroso, lúdico, eficiente e, sobretudo com um significado real para os alunos.

Neste trabalho, dentre os métodos citados anteriormente, será dado ênfase à Modelagem Matemática.

1.1 Modelagem matemática

Devido ao distanciamento entre o ensino teórico, ensinado em sala de aula, e o saber prático, a Modelagem Matemática aparece como metodologia de ensino que contextualiza a matéria através da transformação de problemas reais em modelos matemáticos.

Para Bassanezi (2011), um dos maiores pesquisadores do assunto no Brasil, a Modelagem Matemática consiste na transformação de problemas reais em problemas matemáticos, que depois de resolvidos, têm suas soluções interpretadas no mundo real. Assim, o autor discorre que a modelagem relaciona teoria e prática, de modo que o aluno compreenda a realidade que o rodeia e busque formas de agir para modificá-la, quando necessário.

A modelagem é ainda apontada como um método científico, devido ao preparo que ela concede ao indivíduo para que ele assuma sua função na sociedade, assim como, procedimentos de ensino. Nesse contexto, ela influencia os alunos a buscarem as soluções de problemas do seu cotidiano através de tópicos matemáticos, muitas das vezes até desconhecidos por eles.

Usada como metodologia de ensino, a Modelagem Matemática objetiva a formação de estudantes inovadores com pensamentos independentes, uma vez que se trata de uma metodologia que desmitifica a ideia tradicional de que o professor é o agente central no ensino, dando esta incumbência aos alunos (BASSANEZI, 2011).

Nesse sentido, o docente é visto como mediador entre o conhecimento e os discentes. Esses, por sua vez, através de atividades interdisciplinares, conduzem o processo de aprendizagem e ao final, tornam-se mais criativos e autônomos. Não há mais espaço para

pensamentos limitados de que a educação deve-se voltar apenas à formação de profissionais para o mercado de trabalho.

Em um mundo globalizado, tecnológico e em constante evolução, o indivíduo é exigido a buscar conhecimentos nos mais diversificados campos. Nesse aspecto, a modelagem quando empregada no ensino da Matemática favorece e aperfeiçoa a aprendizagem, não só da Matemática, mas também de outras inúmeras áreas do conhecimento. Para Bassanezi (2011), a realização de aulas sob o prisma da Modelagem Matemática é uma forma de interdisciplinar e expandir a visão de um dado problema.

No âmbito da sala de aula, a Modelagem Matemática pode ser considerada como instrumento auxiliar da Biologia, Física, Química entre outras. Ou seja, dentro de um cenário de aprendizagem, a modelagem pode servir aos objetivos do ensino de um dado tópico da disciplina de matemática e ainda despertar nos alunos o interesse em outra disciplina.

Para avançar no tema da Modelagem Matemática, é necessário entender o que é um modelo matemático. A palavra modelo, de acordo com a obra “Dicionário da língua portuguesa”, dentre outros significados, pode ser entendida como coisa que serve de exemplo ou padrão a ser imitado, isto é, representa um padrão, um sistema. Em suma, nada mais é que o ato de descrever as características de algo (FERREIRA, 2004).

A Modelagem Matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo, através de conhecimentos matemáticos e uma dose significativa de criatividade para discernir qual conteúdo matemático melhor se adequa. Sendo que, quanto maior o conhecimento matemático que se tem, maiores são as possibilidades de resolver problemas que exigem uma Matemática mais aprofundada.

Para Bassanezi (2011), a Modelagem Matemática pode ser definida como um processo dinâmico usado para obtenção e validação de modelos matemáticos, que consiste na transformação de situações reais em problemas matemáticos, cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual e que tem por finalidade a previsão de tendências.

Alguns autores trazem ainda a ideia de que o modelo obtido na Modelagem Matemática é um sistema conceitual, que descreve e explica, por meio da linguagem matemática, comportamentos de outro sistema, trazendo por fim, previsões sobre este outro sistema.

Existem alguns estágios que precedem a realização de um projeto de Modelagem Matemática. Em linhas gerais, Biembengut e Hein (2011) organizam esse processo em três etapas, conforme figura 1, e a primeira delas é a interação.

Figura 1 - Esquema da Modelagem Matemática



Fonte: Biembengut e Hein (2011)

Depois de delimitada a situação-problema que se pretende estudar, deve-se partir para a familiarização com o assunto a ser modelado. Essa aclimação ocorre através do estudo do tema de forma direta ou indireta e, de acordo com Biembengut e Hein (2011), ainda que o processo de interação seja indicado como o processo introdutório da Modelagem Matemática, a familiarização com a situação-problema se torna cada vez mais clara, à medida que se vai interagindo com os dados no decurso das fases seguintes.

A próxima etapa, que sucede a interação, é a matematização. Para Almeida, Silva e Vertuan (2012) essa etapa aflora da necessidade de transformar a linguagem da situação-problema em linguagem matemática. Trata-se da etapa mais difícil e desafiante e que possui a formulação do problema e a sua resolução como subdivisões.

É importante destacar que, enquanto a escolha do tema de uma pesquisa permite uma maior abrangência, a formulação de um problema deve ser específica e precisa indicar com exatidão aquilo que se pretende solucionar.

A resolução, por sua vez, exige conhecimento sobre o assunto que será abordado e corresponde à construção do modelo matemático que irá descrever a situação, responder às indagações formuladas no início do processo e, muitas das vezes, prever resultados para o problema estudado.

O computador durante esse processo, mostra-se como uma ferramenta indispensável no processo de Modelagem Matemática, isto posto que pode ser usado quando não se é possível resolver questões por processos contínuos.

Durante o processo de resolução, Bassanezi (2011) destaca um ponto importante. Para ele, deve-se ter em mente que, rotineiramente, o modelo buscado pode revelar um problema matemático de alta complexidade e, conseqüentemente, de difícil resolução. Nesta situação, o autor orienta que se volte ao problema original e se restrinja as informações incorporadas ao

modelo, de forma que se obtenha um problema matemático tratável, sem descaracterizar o problema original.

A última etapa do processo se chama Modelo Matemático, e Biembengut e Hein (2011) a define como uma avaliação que objetiva verificar a confiabilidade, através da mensuração do nível de aproximação com a realidade que o modelo matemático apresenta. Esta fase é chamada de validação por Bassanezi (2011) e, para ele, é a ação de aceitação ou não do modelo proposto. Essa aceitação decorre da comparação dos valores encontrados através do modelo e daqueles obtidos no sistema real.

Na literatura, entende-se que um modelo válido deve prever, no mínimo, os fatores que o originaram, e, para ser considerado bom, um modelo deve ser capaz de prever novos fatos.

Caso se perceba ao final do procedimento que o modelo encontrado não atende às necessidades buscadas, o processo deve retornar à etapa de matematização, para que, por exemplo, ajustem-se as hipóteses, modifiquem-se as variáveis ou verifique as aproximações.

Ao conceituar Modelagem Matemática, Biembengut e Hein (2011) fazem uma observação importante: as hipóteses e as aproximações, empregadas no processo de modelagem, significam que o modelo criado por esse processo é sempre aberto à crítica e ao aprimoramento.

Ao final do processo é importante levar em consideração que nenhum modelo deve ser considerado definitivo, logo podemos sempre melhorá-lo. Por fim, o autor adverte que a aplicabilidade de um modelo está sujeita preponderantemente ao contexto em que ele é desenvolvido (BASSANEZI, 2011).

1.2 Modelagem Matemática em sala de aula

Para aplicar a Modelagem Matemática em sala de aula, é imprescindível um diagnóstico inicial e nele deverão ser analisados alguns aspectos, tais como: a escolaridade dos educandos, grau de conhecimento matemático, os conteúdos do programa de ensino, quantidade de alunos por turma, a carga horária à disposição e também a disponibilidade, por parte dos alunos, para a realização de trabalhos extraclases.

Ao fim dessa análise, o professor obterá um panorama da situação, que o permitirá inferir se existe a possibilidade de se adotar a Modelagem e, caso positivo, ele saberá qual o melhor caminho a ser percorrido na sua implementação, uma vez que cada resposta obtida

possui um significado para o processo. Por exemplo, o nível prévio de conhecimento matemático limita quais conteúdos podem ser abordados, a realidade socioeconômica permite a escolha de assuntos do cotidiano dos alunos, a indisponibilidade dos alunos fora da sala de aula, exige uma atividade que não gere atividades para casa, dentre outros.

A interação em sala de aula, entre todos os personagens envolvidos no processo, tem papel essencial na construção do conhecimento, posto que a Modelagem Matemática em sala de aula pode ser vista como uma atividade particularmente cooperativa.

Ao se trabalhar resolução de problemas matemáticos em conjunto é possível discutir ao longo do processo, as alternativas de solução e ao final, os méritos, bem como ponderar as estratégias que se mostraram eficientes e ineficientes (FERNANDES, 2000).

Antes ou até mesmo no decorrer do processo de Modelagem Matemática, periodicamente, o professor pode levantar questões que merecem atenção: Quem deve escolher ou definir o tema a ser modelado através das atividades? Qual o papel do professor durante o processo? Qual deve ser o seu nível de intervenção?

Os autores Almeida, Silva e Vertuan (2012) são categóricos em dizer que, no processo de Modelagem Matemática, o professor é orientador. Para os autores, orientar significa sugerir caminhos, questionar sem oferecer respostas prontas e sem esquivar-se de estudar, pois é necessário estar sempre preparado para os eventuais obstáculos do processo.

Conforme orienta Skovsmose (2001), para que se estabeleça uma educação democrática, não é mais aceitável que o professor detenha o poder decisivo e prescritivo de forma exclusiva em sala de aula, o processo educacional deve ser abalizado como um diálogo. E assim, não há consenso entre os autores quanto a quem compete a definição do problema a ser investigado. Biembengut e Hein (2011) facultam a decisão, para eles a escolha pode partir tanto dos alunos, quanto do professor. Entretanto, os autores salientam que podem haver vantagens e desvantagens, de acordo com quem vai escolher o tema. Caso este seja escolhido pelos discentes, o maior benefício é o sentimento de participação do estudante e o malefício se concerne na imprevisibilidade da escolha do problema, que pode exigir etapas complexas em sua resolução.

Portanto, a definição, por parte dos alunos do tema a ser estudado “está longe de ser condição necessária para o sucesso de uma atividade, e também não se pode ter a expectativa de que seja condição suficiente para tal” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 28).

O tempo necessário para aplicação de uma atividade de Modelagem Matemática não é pré-definido. De acordo com Almeida, Araujo e Bisognin (2015) não há uma definição exata

sobre a duração de uma atividade de Modelagem, podendo ser um projeto que dure meses ou uma atividade simples que necessite de apenas algumas horas para se encontrar um modelo.

Dessa maneira, fica evidente o quanto é importante a realização de um planejamento antes da aplicação de uma atividade de Modelagem, de forma que sejam evitadas falhas de execução. Importante salientar que, como o comando da atividade não é atividade exclusiva do docente, eventualmente, dificuldades podem ocorrer e, nestes momentos, é importante que o professor utilize a criatividade para contornar as adversidades e não perca o entusiasmo, pois a execução de uma atividade de Modelagem Matemática, à medida que se utiliza, torna-se cada vez mais precisa.

Apesar de vários argumentos positivos, Marquez (2017) aponta que a utilização do processo de Modelagem Matemática em sala de aula, como qualquer processo de ensino aprendizagem, pode se defrontar com alguns obstáculos e isso torna a sua inserção no ambiente escolar pouco usual. Estas dificuldades serão abordadas em uma seção específica que visa à compreensão da visão que os docentes detêm do tema.

2 A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS FUNÇÕES NA EDUCAÇÃO BÁSICA

As funções estão presentes em boa parte das aulas de Matemática do ensino básico. Sua importância é enfatizada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, quando em seu texto, o instrumento afirma que o estudo das funções permite aos alunos enxergar a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, de modo que se realize diversas conexões, dentro e fora da própria matemática (BRASIL, 1999).

Na literatura, a noção de função pode ser apresentada de formas distintas, cada uma com uma implicação educacional. Ou seja, a função está presente quando se pretende descrever situações de dependência entre grandezas, quando se busca resolução de problemas interdisciplinares, na resolução de equações ou ainda quando se pretende estudar lógica, através de funções de forma recursiva.

Os próximos tópicos serão dedicados ao estudo do desenvolvimento do conceito de função. Iniciando pelo longo processo de aprimoramento do conceito de função, até chegarmos ao que temos hoje.

2.1 Uma breve contextualização do estudo de funções

O conceito de função tem sua origem intrinsecamente ligado à história do desenvolvimento da Matemática, quando os povos antigos buscaram compreender atividades astronômicas, tais como fases da lua, relações dia e noite e também a posição dos astros e sua relação com as estações do ano (BOYER, 2012).

Para chegar ao nível de compreensão que se tem hoje, o conceito de função levou longos anos sendo aperfeiçoado. Durante todo esse período, não se pode olvidar a contribuição dos Babilônios, dos povos Chineses e dos Gregos que adicionaram elementos ao conceito, que passou por várias ampliações e generalizações.

Durante a antiguidade, os Babilônios, por volta de 2.000 a.C, já demonstravam uma certa noção de função, ainda que bem primitiva, sem evidenciar o entendimento de variáveis. Em seu antigo território, foram encontradas meio milhão de tábuas que tratavam de situações do dia a dia e do comércio e 400 tábuas que representavam exclusivamente conteúdos matemáticos (MOL,2013).

Talvez a mais famosa tábua babilônica seja a tabuleta de Plimpton 322, figura 2, que mede aproximadamente 13 (treze) centímetros de largura por 9 (nove) centímetros de altura.

Acredita-se que ela foi escrita por volta de 1800 a.C e contém uma série de fórmulas avançadas que os cientistas acreditam ser mais precisas que as fórmulas atuais.

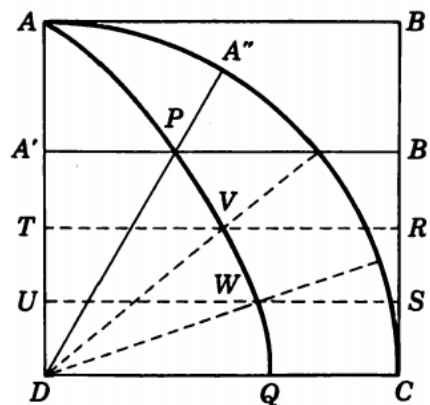
Figura 2 - A tabuleta Plimpton 322



Fonte: Eves (2011, p. 65)

Ainda na antiguidade, a história aponta o conhecimento de dependência funcional dos gregos através de alguns trabalhos matemáticos. Dentre os quais se destaca a quadratiz de Hípias de Élis, que abrange a ideia de dependência de um ponto em movimento sobre uma curva, sendo relacionados a pontos no eixo OY.

Figura 3 - Curva de Hípias



Fonte: Boyer (2012, p. 47)

Na idade média, o francês Nicole Oresme contribuiu de forma significativa para a representação gráfica da noção de Função, graças a sua teoria das latitudes e longitudes, considerada por muitos como a percussora dos esboços gráficos. Os termos empregados, latitude e longitude, são semelhantes ao que tomamos no futuro por ordenada e abscissa (SOUZA; MARIANI, 2005).

Apenas na época moderna, a partir do século XVI, que o conceito mais sofisticado de função surgiu. Com a apresentação de conhecimentos relativos à construção de instrumentos de medidas, estabelecidos por representação gráfica, o pai da ciência moderna, Galileu Galilei (1564-1642), deixou o conhecimento de função em outro patamar. Descartes (1596-1650) por sua vez, estabeleceu uma relação de dependência entre variáveis através de uma equação, permitindo que se encontre valores de uma variável, a partir de valores conhecidos de outra.

Mais adiante na história, no século XVII, o conceito de função ganha ainda mais importância entre os matemáticos. Para Ponte (1990), os trabalhos de Newton (1643-1727) demonstravam uma ideia de função um pouco obscura, usando termos como fluxões e fluentes, mas que acenavam uma ideia clara de função, semelhante à ideia que temos hoje. Newton usava o termo “fluente” para indicar algo que varia à proporção que passa o tempo. Para o Físico, a posição, a aceleração e a velocidade de um corpo são “fluentes” importantes da mecânica.

Foi Leibniz quem usou pela primeira vez o termo “função”, para determinar, de forma generalista, a dependência estabelecida entre uma curva e suas subtangentes. Foram ainda introduzidas por ele, terminologias usadas até hoje, tais como: constante e variável.

No século XVIII, Bernoulli (1667-1748) e posteriormente Euler (1707-1783), seu ex-aluno, consideraram em seus estudos, uma função como sendo uma expressão ligada a uma variável e a constantes. A notação $f(x)$ para uma função de x , amplamente usada nos dias de hoje, foi introduzida por Euler, que defendia ainda a ideia de que uma função não precisava ser, necessariamente, expressa por uma fórmula, podendo ser exposta também de forma geométrica, através de uma curva (RAMOS,2013).

Outros matemáticos deixaram legados importantes para a conceituação e estudo da função, com destaque para Lagrange (1736-1813), Peano (1858-1932), Cauchy (1789-1857) e Nicolas Bourbaki, sendo este último, um pseudônimo coletivo correspondente a um grupo formado por jovens matemáticos franceses que contribuíram significativamente para o conceito atual que temos do assunto, no início do século XX.

2.2 Estudando funções na educação básica

O ensino das funções está presente, praticamente, em todas as fases da Educação Básica. Em seu trabalho, Dias (2015) analisou três coleções de livros Didáticos, de modo a evidenciar como os conceitos pertinentes à definição de Função surgem na Educação Básica. O autor notou que o estímulo ao estudo das funções é mais evidente e com mais registros, nas

obras destinadas ao Ensino Médio e também nas obras propostas ao Ciclo II (do 6º ao 9º ano), contudo é possível notar, nos livros das séries anteriores, 1º ao 5º ano, Ciclo I, conceitos de correspondência, gráfico, dependência e variação, ainda que de forma primitiva e intuitiva.

Essa diferença entre os anos iniciais e os finais do ensino fundamental, no que concerne o ensino de conteúdo relacionado à definição de função é corroborada com o que dispõe os PCN: “Embora nas séries iniciais já se possa desenvolver uma pré-álgebra, é especialmente nas séries finais do ensino fundamental que os trabalhos algébricos serão ampliados” (BRASIL, 1997, p. 35).

O estudo sobre Funções, propriamente dito, é iniciado apenas no 9º ano do Ensino Fundamental. Os livros didáticos desta etapa buscam atender à habilidade sugerida pela BNCC de compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e utilizar seus conceitos para avaliar situações que envolvam relações funcionais entre variáveis. E assim, vários conceitos, mais específicos são observados nestes livros, tais como o de domínio e imagem.

No Ensino Médio, as funções são compartimentadas e são propostos vários outros tipos de conceitos de função: afim, quadrática, modular, exponencial, logarítmica, dentre outras. E esse conteúdo, trabalhado nos livros didáticos, busca atender a várias habilidades expressas na BNCC, como a de construir modelos utilizando funções polinomiais, compreender e interpretar variação de grandezas com o uso de funções exponenciais na Matemática Financeira ou o uso da função logarítmica em contextos como os de abalos sísmicos, dentre várias outras habilidades.

Contudo, alguns estudos dedicados à análise de tendências atuais sobre o ensino de funções têm constatado alguns descompassos entre os conteúdos ensinados em cada etapa de Ensino. Barreto (2008), por exemplo, aponta que as funções afins e exponenciais são ensinadas no primeiro ano do ensino médio, enquanto que as progressões aritméticas e geométricas são trabalhadas apenas no segundo ano e, inapropriadamente, sem que se estabeleça qualquer relação entre os temas.

Posto que as sequências aritmética e geométrica e as funções lineares e exponenciais possuem como propósito comum, a ação de modelar diferentes tipos de crescimentos, alguns educadores sugerem que o ensino destes dois tópicos seja relacionado e síncrono. A própria BNCC, em suas habilidades EM13MAT507 e EM13MAT508 orienta que as Progressões Aritméticas sejam identificadas e associadas às funções afins de domínios discretos, enquanto a Progressão Geométrica deve ser associada às funções exponenciais.

Tanto os PCN (Ensino Fundamental - área de Matemática) quanto a BNCC normatizam que o ensino de temas relacionados à função seja aplicado em diversos contextos. Introduzir terminologia abstrata, não constitui uma ferramenta prática para lidar com situações atraentes exteriores à Matemática, pelo contrário, mostra-se uma forma de ensino meramente decorativa, a qual os alunos apenas memorizam, sem quaisquer compressão ou valorização do que foi ensinado (PONTE, 1990).

Entre os modelos matemáticos mais frequentes estão os de sistemas dinâmicos, de distribuição espacial e os de teor probabilísticos, e, para todos eles, é sempre de grande valia estudar os efeitos dos diversos parâmetros que impactam na situação analisada. Por sua vez, esse estudo ocorre de forma mais eficiente quanto mais próximo se estabelece uma relação funcional entre cada um deles e as variáveis fundamentais do modelo.

Por isso, a noção de função é de importância central na concepção e no estudo de modelagem, quaisquer que sejam as naturezas, mostrando mais uma vez que se trata de uma noção-chave da Matemática.

2.3 Uma aplicação em sala de aula

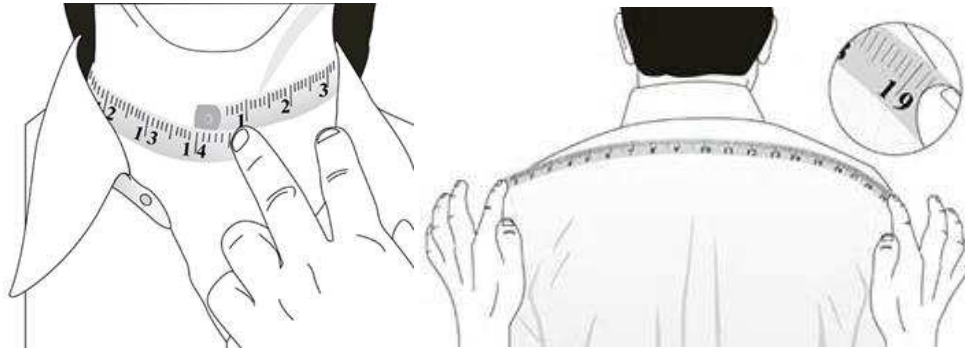
A tarefa de comprar roupas muitas vezes exige paciência. Temos que ir várias vezes ao provador, às vezes para encontrar uma peça que agrade em estilo e outras vezes para encontrar uma que melhor se encaixe no nosso corpo.

Pensando nisso, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) criou a norma ABNT NBR 16060. O objetivo dessa norma é facilitar a escolha das roupas masculinas que se adaptem ao corpo do consumidor. Ela traz em seu conteúdo, diversas tabelas que associam as medidas de partes dos nossos corpos com o tamanho da roupa. Assim o usuário terá roupas especificadas pelo tamanho da cintura, tórax, ombros e até do pescoço.

Nesse contexto, iremos sugerir uma aplicação de Modelagem Matemática, na qual os alunos deverão investigar a relação do tamanho da camiseta masculina de acordo com suas medidas. Ao longo da atividade, algumas perguntas devem surgir: é possível matematizar o problema? Conhecendo as medidas de apenas uma ou duas partes do corpo, é possível determinar qual o tamanho ideal de camiseta?

Com esta última pergunta o problema será formulado: Conhecidos o comprimento ombro a ombro e o perímetro do pescoço de uma pessoa, qual o tamanho de camiseta que ela veste?

Figura 4 - Perímetro do pescoço e distância ombro a ombro



Fonte: showringoutfitters.com (2020)²

Neste momento inicial, busca-se atrair a atenção dos alunos, uma vez que, com a problemática proposta, eles poderão se contemplar dentro da situação, e assim, terão mais entusiasmo para chegar ao produto final.

Com o problema definido, faz-se necessário coletar informações que conduzirão a sua resolução. Assim, serão utilizadas as informações contidas na ABNT NBR 16060. Nos Quadros 1 e 2, temos respectivamente, a relação entre o tamanho da roupa com o perímetro do pescoço e o comprimento ombro a ombro.

Quadro 1 - Relação do tamanho da roupa com o perímetro do pescoço

	<i>Biotipo</i>	<i>Tamanho</i>							
		P		M		G		GG	
<i>Perímetro do pescoço (cm)</i>	Atleta	36	37	38	39	40	41	42	43
	Normal	36	37	38	39	40	41	42	43

Fonte: ABNT (2012)

Quadro 2 - Relação do tamanho da roupa com o comprimento ombro a ombro

	<i>Biotipo</i>	<i>Tamanho</i>							
		P		M		G		GG	
<i>Perímetro do pescoço (cm)</i>	Atleta	45	46	47	48	49	50	51	52
	Normal	43	44	45	46	47	48	49	50

Fonte: ABNT (2012)

Para dar andamento à atividade, primeiramente é necessário delimitar que o modelo matemático a ser encontrado terá como alvo pessoas do biotipo normal. Além disso, será necessário que algumas simplificações sejam realizadas.

² Disponível em: <<https://www.showringoutfitters.com/how-to-measure/>> Acesso em: 15 jun. de 2020.

Os tamanhos de camiseta que se tem no mercado são dados nominalmente, por letras, que são: P, M, G e GG e assim, para facilitar a matematização do problema, essas letras serão relacionadas com números, de modo que teremos a seguinte relação: P equivalerá a 1, M a 2, G a 3 e GG será equivalente ao número 4.

Outrossim, ao se atentar aos Quadros 1 e 2, pode-se concluir, por exemplo, que uma camiseta tamanho P será fabricada para quem medir 43 ou 44 cm de comprimento ombro a ombro, logo será tomado para o nosso problema o maior valor, uma vez que uma camiseta folgada permite ajuste, uma apertada não. O que se quer dizer é, quem medir 44 cm de ombro a ombro, por exemplo, poderá comprar uma camisa P e ao vesti-la, constatar que a roupa está apertada, tendo em vista que ela foi fabricada para quem mede 43 cm. Esse raciocínio será estendido aos outros tamanhos (M, G e GG) e também à circunferência do pescoço. De modo que chegaremos aos Quadros 3 e 4.

Quadro 3 - Relação do tamanho numérico da roupa com o perímetro do pescoço

	<i>Tamanho nominal</i>			
	P	M	G	GG
<i>Tamanho numérico</i>	1	2	3	4
<i>Perímetro do pescoço (cm)</i>	37	39	41	43

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Quadro 4 - Relação do tamanho numérico da roupa com o comprimento ombro a ombro

	<i>Tamanho nominal</i>			
	P	M	G	GG
<i>Tamanho numérico</i>	1	2	3	4
<i>Comprimento ombro a ombro (cm)</i>	44	46	48	50

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

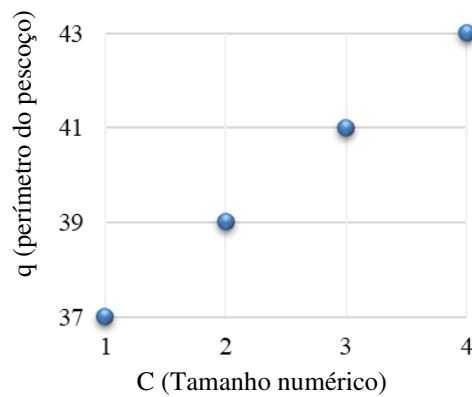
É importante ratificar que a própria Norma traz algumas restrições, por exemplo, esses valores são indicados apenas para camisetas masculinas e as dimensões indicadas variam de acordo com o biotipo do modelo, nesse caso será utilizado o tamanho normal em vez do atlético ou tamanho especial.

Através dos Quadros 3 e 4, serão definidas as nossas variáveis. Do Quadro 3, tem-se que C = tamanho numérico da camisa e q = medida do perímetro do pescoço em centímetros.

De modo similar, do Quadro 4 teremos N = tamanho numérico da camisa e m = medida do comprimento ombro a ombro em centímetro.

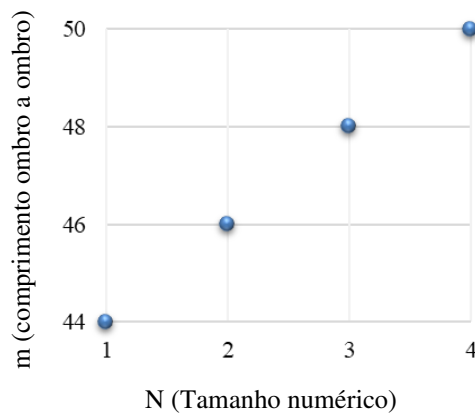
Nesse momento, é útil a construção de gráficos com os pares ordenados de cada Quadro. Ao se analisar o gráfico encontrado, é possível estimar que a relação entre as variáveis é representada por uma função do primeiro grau.

Figura 5 - Relação do tamanho numérico da roupa com o perímetro do pescoço



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Figura 6 - Relação do tamanho numérico da roupa com o comprimento ombro a ombro



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Com esta hipótese e tomando dois pontos quaisquer, por exemplo, (1, 37) e (4, 43) para relação tamanho-perímetro do pescoço e (1, 44) e (4, 50) para a relação tamanho-distância ombro a ombro, são encontrados os coeficientes a e b de cada função, de modo que são obtidos os modelos:

$$C(q) = \frac{1}{2}q - \frac{35}{2} \quad \text{ou} \quad C(q) = \frac{q - 35}{2} \quad (3.1)$$

$$N(m) = \frac{1}{2}m - 21 \quad (3.2)$$

Note que esses modelos se adequam perfeitamente às medidas apresentadas nos Quadros 3 e 4, porém uma pessoa que apresente 42 cm como circunferência do pescoço ou 45 cm como medida de ombro a ombro, obterão respectivamente e conforme os modelos, tamanhos 3,5 e 1,5. Ou seja, tamanhos inexistentes. Logo, é necessário acrescentar aos modelos 3.1 e 3.2 os intervalos para as medidas. Chegando assim aos Quadros 5 e 6.

Quadro 5 - Tamanho numérico e perímetro do pescoço em intervalos

<i>Perímetro do pescoço (cm)</i>	<i>Tamanho</i>
37	1
(37, 39]	2
(39, 41]	3
(41, 43]	4

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Quadro 6 - Tamanho numérico e comprimento ombro a ombro em intervalos

<i>Comprimento ombro a ombro (cm)</i>	<i>Tamanho</i>
44	1
(44, 46]	2
(46, 48]	3
(48, 50]	4

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Uma forma de modificar os modelos 3.1 e 3.2 para se adequarem aos Quadros 5 e 6, implica em utilizar a função menor inteiro, também chamada de função teto.

Rosen (2009), define a função maior inteiro menor que, também conhecida por função piso, como a função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{Z}$ denotada por $[x]$ que determina para o número real x o maior número inteiro menor que ou igual a x .

Por sua vez, a autora define a função menor inteiro maior que, também conhecida como função teto, como a função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{Z}$ denotada por $\lceil x \rceil$ que determina para o número real x o menor número inteiro maior que ou igual a x .

Prosseguindo com a atividade, neste momento os modelos serão separados, para que seja feita uma melhor análise.

Para o modelo 3.1, para encontramos um valor de C pertencente aos inteiros e, portanto, contido no Quadro, basta que apliquemos a função teto em toda a equação. Adequando o modelo a esta condição, chega-se a:

$$C(q) = \left\lceil \frac{q - 35}{2} \right\rceil \quad (3.3)$$

Constata-se que com o uso da função teto, qualquer valor obtido será convertido ao numeral inteiro maior ou igual ao número encontrado. Isso pode acarretar em uma indicação de tamanho maior que a recomendada, mas estamos usando o raciocínio anterior de que, um tamanho maior permite ajustes, um tamanho menor não.

Quanto ao modelo 3.2, para obtermos um valor de N pertencente aos inteiros, e, portanto, contido no Quadro, o termo $\frac{1}{2}m$ precisa ser inteiro, logo:

$$N(m) = \left\lceil \frac{m}{2} \right\rceil - 21 \quad (3.4)$$

Assim, temos que o tamanho da camisa será dada pelo maior valor entre $N(m)$ e $C(q)$, para valores de q variando entre $37 \leq q \leq 43$ e valores de m variando entre $44 \leq m \leq 50$.

Observa-se que a validação do modelo se deu em várias fases do processo, entretanto ainda é necessária uma validação do modelo matemático final, que neste caso ocorrerá através da atribuição de diferentes valores ao perímetro do pescoço e à distância ombro a ombro, conforme o Quadro 7 exemplificativo abaixo:

Quadro 7 - Validação final do modelo

q (pescoço)	m (ombro)	Tamanho $C(q)$	Tamanho $N(m)$	Tamanho numérico indicado	Tamanho nominal indicado
38,5	45	2	2	2	M
41	47,2	3	3	3	G
38,5	47,9	2	3	3	G
43	47	4	3	4	GG

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Nesta aplicação, foi possível observar todas as fases do processo de Modelagem Matemática. Com a situação inicial proposta, foi realizada a familiarização com o problema.

A matematização ocorreu através das indagações, hipóteses, simplificações e análise dos conteúdos matemáticos a serem utilizados, neste caso específico foram necessários conhecimentos prévios da função afim e da função menor inteiro.

Completando o processo, realizou-se uma interpretação dos resultados, bem como a validação final de um modelo matemático capaz de relacionar o comprimento ombro a ombro e perímetro do pescoço de uma pessoa com o seu tamanho ideal de camiseta.

Ao final da atividade é interessante discutir outras possibilidades com a turma, por exemplo, em vez de utilizar a função menor inteiro, era possível utilizar a função maior inteiro? Ou ainda, é possível trilhar caminho oposto, isto é, há meios de chegar às medidas aproximadas do corpo de uma pessoa através do tamanho da sua camiseta?

Outra abordagem necessária, diz respeito ao uso de um computador no andamento da atividade. A elaboração dos gráficos e dos Quadros poderia ser rapidamente realizada ao se utilizar o software *Excel*, por exemplo. A possibilidade de utilização da função “máximo”, que retorna o maior valor entre várias células, poderia ser usada na validação final do modelo, é mais um exemplo de que o uso do programa citado permitiria uma atividade mais fluida.

Entretanto, o uso ou não de programas computacionais deve ser avaliado pelo docente, uma vez que segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012), o uso do computador não é ação decisiva para assegurar transformações qualitativas na prática pedagógica, para os autores, é preciso antes de tudo, entender qual a função desse recurso no ambiente escolar e quais reações ele causa no aluno e em sua aprendizagem.

3 AS PERCEPÇÕES DO PROFESSOR NO PROCESSO DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Esta seção objetiva averiguar as percepções dos professores no que concerne à utilização da Modelagem Matemática em suas práticas docentes. Para tanto, realizou-se uma pesquisa de cunho quali-quantitativa, que mais adiante será esmiuçada, bem como se debruçou sobre materiais bibliográficos que propõem uma análise sobre o assunto.

A pesquisa quantitativa trabalha em níveis de realidade e busca trazer à luz dados, indicadores e tendências. A investigação qualitativa, por sua vez, atua com hábitos, representações, atitudes e opiniões. Através da combinação das duas abordagens, usadas de modo apropriado, é possível obter ótimos resultados (MINAYO E SANCHES, 1993).

Em seu caráter qualitativo e pautado em, Bogdan e Biklen (1982) que indicam que as pesquisas com um cunho qualitativo em educação possuem algumas características básicas, os dados coletados dão atenção à perspectiva dos participantes, levando em consideração os diferentes pontos de vista dos entrevistados.

3.1 Percurso metodológico

Vivenciar a Modelagem Matemática, tanto como aluno, quanto como professor, é um dos aspectos mais relevantes para o uso da Modelagem nas práticas de ensino. D'Ambrósio (1998), ao fazer menção à prática da Modelagem, explana que, à medida que vamos exercendo crítica sobre ela, junto às observações e reflexões teóricas, mais nos aprimoramos da técnica.

A pesquisa realizada neste trabalho utilizou-se de um formulário online que foi aplicado com 211 (duzentos e onze) professores que lecionam a disciplina de Matemática nos mais variados ambientes de ensino aprendizagem. Tendo em vista o objetivo proposto para a pesquisa, desenvolveu-se um estudo na perspectiva quali-quantitativa, ou seja, utilizou-se na abordagem, tanto métodos quantitativos para elaboração dos gráficos quanto métodos qualitativos, com o uso do padrão interpretativo, dado que o resultado foi obtido a partir da compreensão e interpretação das respostas de cada professor.

Para coleta de dados e elaboração dos formulários (em apêndice), foi utilizada a plataforma *Google Forms*, uma ferramenta gratuita, de interface simples e amigável, acesso facilitado e que permite a coleta e o armazenamento de informações de forma eficiente.

Ademais, o aplicativo possui ferramentas estatísticas que possibilitam a análise dos dados coletados.

Em seu caráter qualitativo e pautados em, Bogdan e Biklen (1994) que indicam que as pesquisas com um cunho qualitativo em educação possuem algumas características básicas, os dados coletados visam dar atenção à perspectiva dos participantes levando em consideração os diferentes pontos de vista dos entrevistados.

De posse das respostas, foi realizada a análise, na qual se procurou interpretar, algumas vezes de forma explícita, outras vezes camuflada nas entrelinhas, a percepção dos professores sobre a experiência vivida com a Modelagem Matemática, bem como se buscou mensurar o impacto que os possíveis entraves causam na utilização da Modelagem Matemática em sala de aula.

A análise de conteúdo nada mais é que um conjunto de técnicas de análise de informações, a qual objetiva ultrapassar as incertezas e engrandecer a leitura dos dados coletados. Esse pensamento é ratificado por Chizzotti (2018), pois pra ele o objetivo da análise de conteúdo é entender criticamente o real sentido das comunicações, bem obter as significações do conteúdo, sejam elas expressas ou ocultas.

As interpretações foram realizadas por meio do método de Análise de Conteúdo de Laurence Bardin e, para a autora, a intenção da análise de conteúdo é a de inferir conhecimentos relativos às condições de produção ou recepção, inferência esta que recorre a indicadores, sejam eles quantitativos ou não (BARDIN, 2011).

O método de Bardin pode ser organizado em três fases (figura 7): Pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados – a inferência e a interpretação.

Figura 7 - Análise de conteúdo de Laurence Bardin



Fonte: Adaptado de Bardin (2011)

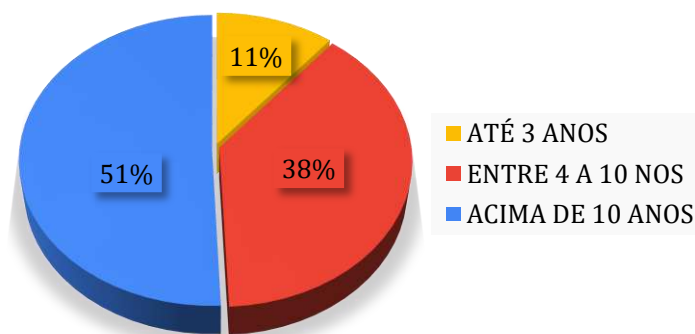
Em um primeiro momento, que contempla a pré-análise, foram realizadas várias leituras das colocações obtidas, de modo a se familiarizar com o teor do material. Então, partiu-se para sua exploração, sendo que nesta fase foram efetivadas as codificações, que nada mais são que os recortes, agregações e enumerações. Buscaram-se palavras-chaves, de forma que as

respostas com temática correlata permanecessem em uma mesma categoria. Por fim, a terceira etapa, consistiu-se em captar os conteúdos expostos e latentes contidos nas falas de cada entrevistado.

3.2 Análise e discussões dos resultados

Na pesquisa, a primeira característica levantada foi o tempo de experiência dos professores entrevistados. A figura 8 mostra que mais da metade dos entrevistados, 51%, afirmaram lecionar matemática há mais de 10 anos, o que aponta uma pesquisa majoritariamente formada por professores experientes. Souza e Rocha (2017) definem essa classe como a de professores que aparentam maior segurança, relacionam bem a teoria com a prática, incentivam os seus alunos à busca por estudo constante, ensinando-os a questionar e elaborar soluções próprias para problemas propostos, chegando a agregar até mesmo nas questões sociais mais amplas.

Figura 8 - Tempo de docência dos entrevistados

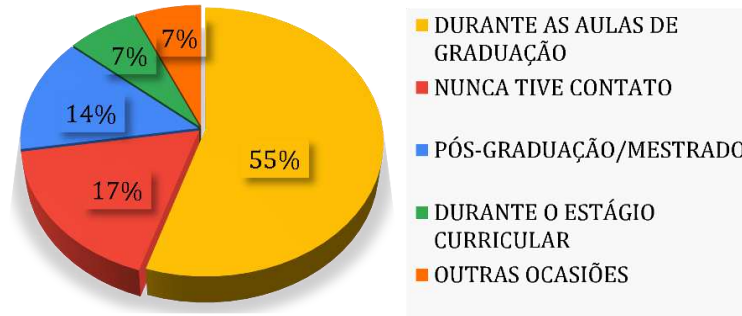


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Por outro lado, são exigidos dos professores com mais tempo de docência, uma maior busca por atualização, posto que a tecnologia e, conseqüentemente, a forma de educar de décadas atrás se modificou velozmente em comparação ao que, provavelmente, foi ensinado a eles na graduação. A relevância disso para a pesquisa ocorre devido ao fato que a maioria dos entrevistados, afirmaram ter tido contato com a Modelagem Matemática apenas nesta fase da sua formação, conforme figura 9.

Neste ponto, Bassanezi (2011) propõe que se unifiquem os cursos de graduação de Matemática, permitindo assim que o estudo fosse desenvolvido de maneira equilibrada entre a teoria e prática para uma melhor compreensão e motivação dos alunos.

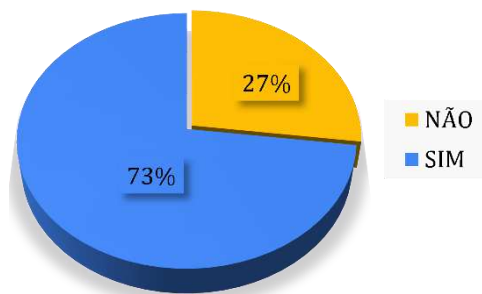
Figura 9 - Ocasião(ões) em que os entrevistados tiveram contato com a Modelagem Matemática?



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Aproximadamente 3 a cada 4 entrevistados (figura 10), afirmaram já ter empregado a Modelagem Matemática em suas práticas docentes. Essa maioria de respostas “sim” garante à pesquisa respostas com conhecimento de causa, uma vez que a maioria baseou suas respostas em experiências vividas e não apenas em expectativas.

Figura 10 - Você já utilizou a Modelagem Matemática nas suas práticas de ensino?



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Quando perguntados sobre o que eles entendem por modelagem, podemos classificar as respostas em quatro grandes grupos: aquelas que sintetizam a Modelagem como uma forma de trazer a realidade para sala de aula; repostas que enxergam na Modelagem uma ferramenta de interdisciplinaridade; outras que focam na Modelagem como metodologia frente ao ensino tradicional e algumas respostas que trazem a autonomia dos alunos como o objetivo principal da Modelagem.

Esta etapa de categorização ocorreu, como preconiza a perspectiva de Bardin, após recortes do material coletado (sintagmas), que foram reunidos sob o prisma da padronização

temática, de modo que se permitiu inferir, interpretar e compreender as falas dos participantes da pesquisa.

Com o resultado da pesquisa, ficou claro que o primeiro grupo de respostas corresponde à maioria. Abaixo, apresentam-se algumas respostas que corroboram esse entendimento, e, embora as conceituações sejam diferentes, todas as respostas trazem consigo palavras-chaves sinônimas entre si: "conteúdo concreto", "situações reais", "do cotidiano" ou "do dia a dia", dentre outras.

“Atividades que traduzem um conteúdo abstrato para o concreto.”

“Partir de um problema real e buscar um modelo matemático para solucionar esse problema.”

“É uma representação algébrica (ou não) da realidade ou de situações que envolvem o dia a dia.”

“Transportar problemas reais para a linguagem matemática para serem resolvidos matematicamente e depois voltar ao problema original e verificar se a solução matemática é viável na vida real.”

“Aplicação da matemática no mundo real.”

“É descrever/prever uma situação real por meio de equações matemáticas.”

Nota-se que muitas características do processo de Modelagem Matemática que se abordou ao longo desta dissertação foram citadas pelos entrevistados, tais como: a transformação de problemas não-matemáticos para uma linguagem matemática, a validação ao final da obtenção do modelo, a previsão de comportamentos, dentre outras.

Ao citar a busca por inclusão da realidade a qual os alunos pertencem, no ensino da disciplina, estamos lidando com a função social da Matemática que, para Santos e Lima (2010) trata-se de desenvolver a capacidade cognitiva dos alunos, de modo que eles construam um pensamento instrumental e o utilize na solução de problemas do dia a dia, e outrossim, é também função social da Matemática a construção de saberes em outras áreas do conhecimento, obtendo ao final do processo uma aprendizagem interdisciplinar e relevante.

Na visão do aluno, o ensino da Matemática se torna mais rico à medida que ele conecta o que é estudado na disciplina com as demais matérias de outras disciplinas ou quando ele vislumbra conexões entre o conhecimento teórico com a realidade que o rodeia.

Este tema é citado de forma bem clara nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio quando abordam a organização curricular:

O currículo deve contemplar tratamento metodológico que evidencie a contextualização, a diversificação e a transdisciplinaridade ou outras formas de interação e articulação entre diferentes campos de saberes específicos, contemplando vivências práticas e vinculando a educação escolar ao mundo do trabalho e à prática

social e possibilitando o aproveitamento de estudos e o reconhecimento de saberes adquiridos nas experiências pessoais, sociais e do trabalho (BRASIL, 2018, p. 4).

Desse modo, parte-se para o grupo de respostas que citam a interdisciplinaridade como marca principal da Modelagem Matemática.

O método tradicional de ensino, amplamente utilizado, tende a compartimentar o ensino e, assim, a Química é lecionada apenas como Química, a História como História e a Biologia como Biologia.

Entretanto, quando trabalhamos com o estudo da Química, por exemplo, outras áreas do conhecimento estão presentes, de modo aparente ou não. A abordagem dessas áreas indiretas pode ocorrer na descrição e/ou resolução de um problema ou ainda na explicação de um conceito.

Nesse cenário segregador, a interdisciplinaridade se mostra como uma ferramenta promissora na busca de um ensino mais significativo, propícia a conectar os ramos das ciências e predisposta à construção de pensamentos autônomos. O tema interdisciplinaridade está contido nos documentos oficiais norteadores de ensino e é apontado como um instrumento capaz de transformar a forma de ensinar, por meio de dinamização do ensino, dando ênfase à cooperação como meio para esta transformação (FORTESKI; MARTINS, 2018).

Abaixo, têm-se algumas respostas dos entrevistados que demonstram a forte relação entre a Modelagem Matemática com a interdisciplinaridade, reforçando, em parte, o que já foi dissertado:

“Um modelo matemático que demonstra onde a matemática está inserida nas outras disciplinas.”

“É a álgebra dentro de outras matérias. Como ex: Física, química, ...”

“Explorar algo diferente. Utilizar-se das mais diversas disciplinas para que seus alunos compreendam como a matemática está presente em praticamente tudo.”

“É uma simulação de sistemas reais a fim de prever o comportamento destes, sendo empregada em diversos campos de estudo, tais como física, química, biologia, economia e engenharias.”

“Que por meio do uso da Modelagem Matemática na sala de aula podemos trabalhar a interdisciplinaridade, a transversalidade, mostrando ao aluno como a matemática pode ser útil em sua vida fora do ambiente escolar e como ela interage com as demais áreas do conhecimento.”

Cada vez mais, torna-se evidente a necessidade da utilização de metodologias alternativas, diante de uma forma de ensinar predominantemente tradicional, na qual as aulas são lecionadas de modo expositivo e pautadas apenas no rigor matemático, sem interligação com a parte prática do ensino. Ratificando esse parecer, as colocações abaixo, que compõe a

terceira categoria de respostas, destacam a Modelagem Matemática como uma metodologia auxiliar ao ensino convencional.

“Trabalhar conteúdos matemáticos que são teóricos com mais práticas, didáticas diferenciadas, saindo um pouco da rotina giz e lousa.”

“É uma forma de fazer uma Matemática diferente”

“É uma nova roupagem que une o ensino tradicional com as novas tendências tecnológicas”

“Uma nova maneira de ensinar.”

“Aplicar os conteúdos fora da maneira tradicional”.

Além de permitir uma visão crítica da Matemática, a Modelagem Matemática proporciona a criação de um ambiente de investigação dentro de sala de aula, que pode se tornar uma alternativa à prática costumeira de resolução de exercícios e que, frequentemente, induz o aluno a memorizar conceitos e fórmulas, através da repetição (SKOVSMOSE, 2001).

A forma tradicional como a Matemática vem sendo ensinada, segundo Bassanezi (2011) acaba produzindo um conhecimento desvinculado não só da realidade, como também do processo histórico da Matemática, uma vez que, um teorema, por exemplo, na abordagem tradicional, é ensinado aos alunos seguindo o fluxo: enunciado – demonstração – aplicação e, para o autor, a forma como o teorema foi concebido poderia ser a forma que ele é transmitido aos educandos: motivação – formulação de hipóteses e suas validações – enunciado.

Objetivando uma maior compreensão deste ponto, a pesquisa questionou também, a forma como o ensino da Matemática é vista pelos professores nos dias de hoje. O que se constatou, foi que grande parte dos que responderam, enxerga um ensino engessado, prevalentemente conteudista e livresco.

“Vejo que ainda estamos muito bitolados à forma tradicional de ensinar. No mundo conectado em que estamos, a matéria deveria ser lecionada com utilização de multimeios mais modernos.”

“Vejo muito fraco e manipulativo, direcionado apenas ao saber calculista.”

“Ainda é, infelizmente, precário, ainda não compreenderam que Matemática não se resume nas "4" operações”

“Muito conteudista com pouca preocupação em relacionar a matemática com o cotidiano do aluno”

“Ainda estamos muito presos ao ensino tradicional que não agrega muito a aprendizagem e nem desperta o interesse dos alunos.”

“Ainda fica aquém as novas metodologias e aos anseios dos educandos.”

“Vejo ainda como sendo tradicional, priorizando a memorização e a repetição.”

Por fim, e complementando todos os outros grupos, foram coletadas respostas nas quais protagonizam o papel do aluno no processo de Modelagem Matemática, abordando principalmente a autonomia por eles adquirida com a utilização da metodologia.

“O aluno é o construtor do saber criando um modelo matemático para resolver um problema fugindo da decoreba dando oportunidade ao aluno de usar seus conhecimentos escolares e de vida”

“Modelagem é uma proposta na educação matemática onde o aluno se torna protagonista do seu aprendizado, tendo o professor o papel de guia nesse processo.”

“Possibilitar o aluno a investigar e problematizar situações da realidade por meio da matemática.”

“Tentar produzir nos alunos suas próprias conclusões.”

“Sugerir problemas onde os alunos irão propor um modelo matemático para resolver”

Segundo Marquez (2017), uma das mais importantes incumbências de uma prática educativa diz respeito à criação de ambientes de ensino, nos quais os alunos possam assumir uma postura pensante, comunicante e criativa. Esse ambiente é ideal para que ele possa se tornar responsável pela produção de sua inteligência de mundo e que fomente sua capacidade de inter-relacionar o conteúdo aprendido com sua realidade.

Nesse processo, que encoraja a curiosidade e onde o professor respeita as diferenças de pensamentos de cada um e mantém sempre um diálogo aberto com os alunos, é que acontece a reinvenção do ser humano na conquista de sua autonomia (FREIRE, 2002).

Em síntese, com base no que foi apresentado, a Modelagem Matemática se apresenta como uma metodologia que pode agregar todos os benefícios que foram citados: traz a realidade para a sala de aula, concede autonomia aos alunos, permite a interdisciplinaridade, conseqüentemente, dando uma nova roupagem ao ensino tradicional. Contudo, ao se analisar a figura 10 e todos esses prós, surge um questionamento: por que cerca de um quarto dos entrevistados afirmam nunca ter utilizado Modelagem Matemática nas suas práticas docentes?

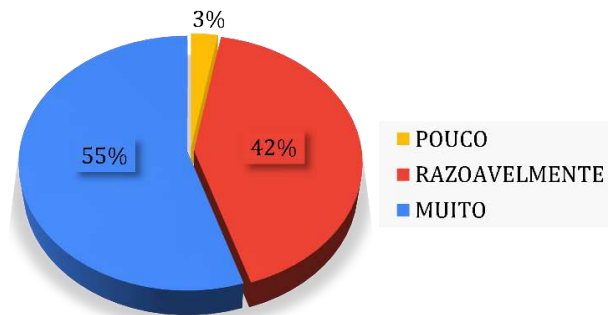
Após uma vasta leitura sobre o assunto, em livros, artigos, teses e dissertações, foram elencados os principais entraves ocorridos durante a utilização da Modelagem Matemática. Com base nestes possíveis obstáculos, os entrevistados avaliaram em "muito", "pouco" ou "razoavelmente", o nível em que eles os impedem de utilizar ou reutilizar a Modelagem Matemática em sala de aula.

De acordo com as avaliações dos professores obtidas nesta pesquisa, apenas 3% dos entrevistados apontam que o tempo exigido para a preparação e aplicação de uma atividade de Modelagem Matemática pouco o impede de utilizar a Modelagem matemática, e assim, este

obstáculo pode ser considerado como o maior entrave para a utilização da Modelagem (figura 11).

De fato, modelar exige dos docentes uma maior preparação das aulas, que, por conseguinte, demanda tempo e, dada a imprevisibilidade de sua aplicação, pode exigir constantes replanejamentos.

Figura 11 - O quanto a alta exigência de preparação do professor, antes e no momento da aula, o impede de utilizar a Modelagem Matemática

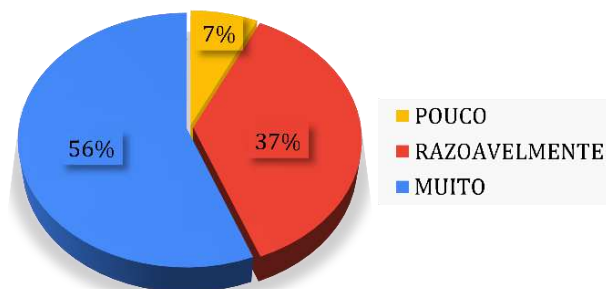


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Contudo, Pólya (1978) salienta que, optando por preencher o tempo de sala de aula com o exercício de operações rotineiras, o professor está criando o desinteresse e impedindo os alunos de desenvolverem seu intelecto. Para o autor, utilizar esse mesmo tempo, desafiando a curiosidade dos educandos, com situações que exigem um raciocínio indagador é, por assim dizer, uma forma de desenvolvê-los intelectualmente.

Essa preocupação dos docentes com o tempo é complexa e engloba uma série de fatores, que vão desde a carga real de trabalho, em vista dos educadores que normalmente lecionam em mais de uma escola, até à alta exigência que eles sofrem por parte dos dirigentes educacionais (figura 12).

Figura 12 - O quanto a carga de atividades pedagógicas as quais os docentes são submetidos o impede de utilizar a Modelagem Matemática

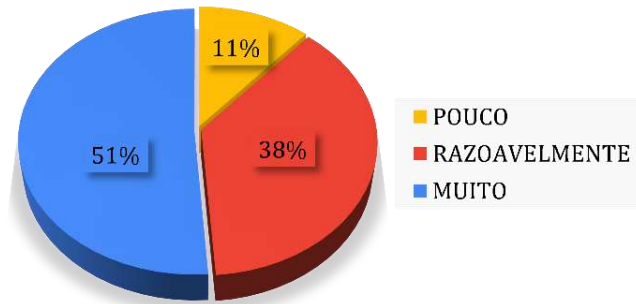


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Existe por parte desses dirigentes, uma imposição de atividades pedagógicas que sobrecarregam os professores e deixam ainda mais escasso o tempo de preparação da aula. Segundo Freitas et al. (2005), uma política educacional centralizadora demonstra uma insensibilidade para lidar com a complexidade do ato de ensinar.

Associado ao que já foi abordado, a preocupação em cumprir o conteúdo surge também como adversidade. Talvez por presumirem não ser possível abordar todo um conteúdo com uma atividade de Modelagem – que devido a sua natureza pode levar um tempo considerável, como também por se preocuparem com a sequência lógica do conteúdo, quase 90% dos entrevistados, conforme figura 13, avaliaram como razoavelmente ou muito, o grau que a preocupação em cumprir o conteúdo o impedem de utilizar a Modelagem Matemática.

Figura 13 - O quanto a preocupação em cumprir o conteúdo o impede de utilizar a Modelagem Matemática



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

No início do ano letivo, muitos professores já explanam a seus alunos todo o conteúdo que será trabalhado, pautados muitas das vezes no livro didático. E cria-se então todo um caminho, previamente demarcado, do que será abordado nas aulas vindouras.

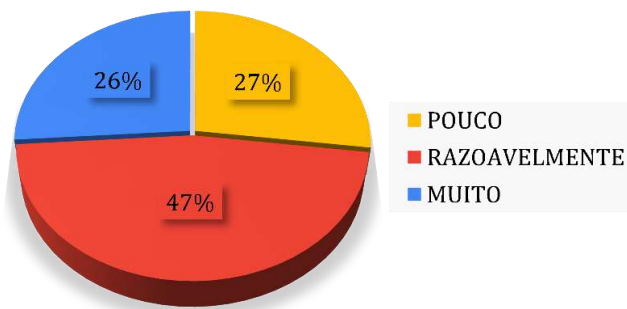
Então, surge uma indagação: se de fato o educador já possui um programa a cumprir, existe alguma autonomia para flexibilização de suas práticas de ensino? Delimitar com precisão o que precisa ser ensinado e quando precisa ser ensinado, significa para Graziela (2019) que existe pouco espaço para manobra e as ações educativas podem se transformar em mera reprodução. Para a autora, a escola não pode ficar imóvel frente aos contextos educacionais em transição e os professores não devem se portar, tampouco se enxergar, como meros reprodutores de conteúdo.

A pressão por cumprimento desse currículo advém dos dirigentes educacionais, dos próprios professores e também dos pais dos alunos. É evidente que deve sempre existir um planejamento da disciplina, sempre terá um produto final, mas quando o caminho até esse produto é traçado em conjunto com os alunos, ao longo do ano letivo, é muito fácil se obter o

êxito. O entendimento aqui é: não se trata de uma coisa pronta e acabada, é algo construído, do exterior para o interior da escola, é o planejamento de respostas educativas às necessidades dos alunos (AZEVEDO; CALDEIRA; MALHEIROS, 2019).

Como podemos ver na figura 14, a insegurança diante do novo, apontada de modo significativo em alguns trabalhos, não foi, nesta pesquisa, um ponto de grande preponderância no que diz respeito a não utilização da Modelagem Matemática, em comparação com os demais itens avaliados. Isso valida o que foi falado anteriormente sobre a segurança apresentada pelos professores experientes, que não se abatem perante desafios inerentes ao ato de lecionar.

Figura 14 - O quanto a insegurança diante do novo o impede de utilizar a Modelagem Matemática



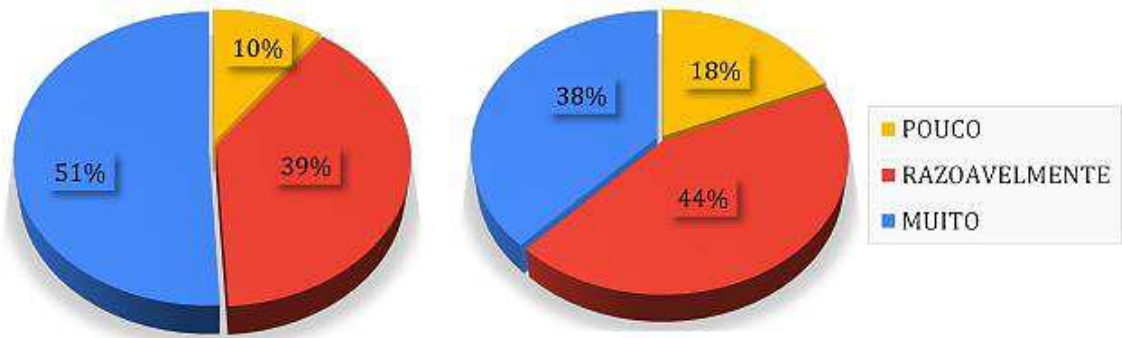
Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Ainda tratando da insegurança, Silveira e Caldeira (2012) notaram que em diversos casos, muitos professores iniciavam a atividade de Modelagem Matemática acompanhados de pesquisadores com experiência em Modelagem, e, quando estes saíam de cena, alguns docentes abandonavam as atividades, alegando não ter mais interesse na continuação do trabalho.

O medo do novo é uma característica pessoal, e como tal, deve ser encarada individualmente pelo professor e trabalhada constantemente ao longo de toda a sua carreira. Especificamente com a Modelagem Matemática, utilizar essa metodologia significa migrar da “zona de conforto”, na qual o docente detém o controle das aulas, para uma “zona de risco”, onde questionamentos fortuitos podem surgir e o andamento da aula tomar um rumo inesperado.

Uma característica intrínseca às condições de trabalho, que dificulta qualquer inovação em sala de aula, é a superlotação de alunos por turma. Problema esse que ocorre predominantemente, mas não exclusivamente, em escolas públicas. Associado a indisciplina dos alunos, o desafio de modelar em sala de aula se torna ainda maior (figura 15).

Figura 15 - O quanto a superlotação das turmas e a indisciplina dos alunos, respectivamente, o impede de utilizar a Modelagem Matemática

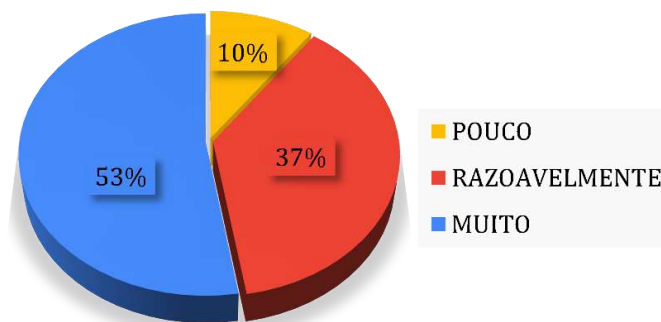


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Os PCN ao tratar do processo de ensino-aprendizagem de línguas estrangeiras, coloca a quantidade excessiva de alunos por turma como um ponto que dificulta sua consolidação. A bem verdade, esta superlotação é um contratempo para o ensino de qualquer disciplina e face à exigência sofrida para desenvolver o pensamento crítico dos alunos, Ozório (2003) afirma que o espaço físico se limita com excesso de alunos por turma e o educador fica sem ambiente para atividades alternativas, não se pode trabalhar em grupos ou em círculos, bem como não há tempo suficiente em sala de aula para ouvir e guiar a todos, no processo de Modelagem Matemática. Para a autora, superlotação não produz ensino de qualidade, ao contrário gera um aprendizado ineficiente.

Nesse viés, a estrutura das escolas também é um ponto a se considerar (figura 16). Em muitas escolas não se pode contar com salas de aula adequadas, recursos didáticos ou mesmo laboratórios de informática, que não constituem requisitos básicos para a aplicação da Modelagem Matemática, contudo suas ausências são fatores limitadores.

Figura 16 - O quanto a falta de estrutura da escola o impede de utilizar a Modelagem Matemática



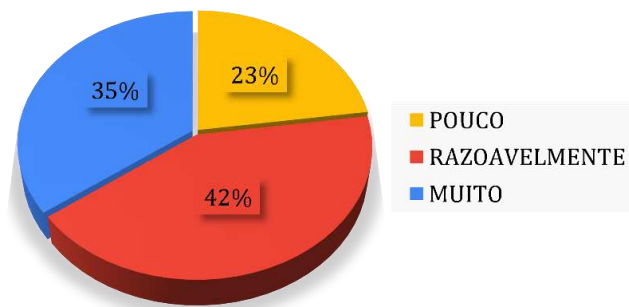
Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Nessa linha de pensamento, Bisognin e Bisognin (2012) fortalecem a utilização de tecnologias informatizadas na elaboração dos modelos. Em seu trabalho, os docentes avaliados

constatarem os benefícios do uso de tecnologias, citando, por exemplo, a utilização de computadores para uma melhor visualização de gráficos.

Finalmente, alguns dos respondentes apontaram, conforme figura 17, a indisposição dos alunos como razão para não utilizar a Modelagem Matemática em suas aulas. Nesse aspecto, Bassanezi (2011), afirma que os alunos não estão acostumados ao processo, são raramente colocados como protagonista no processo de ensino e quando isso acontece, eles podem se perder e se tornarem apáticos nas aulas.

Figura 17 - O quanto a indisposição e cansaço dos alunos o impede de utilizar a Modelagem Matemática



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

O autor vai além e levanta em sua obra, duas possíveis razões para a rejeição da Modelagem Matemática por parte dos alunos. Segundo ele, isto pode ocorrer devido à heterogeneidade das turmas, no que diz respeito ao conhecimento prévio, adquiridos nos anos letivos anteriores ou ainda pela simples falta de interesse, por parte dos educandos, no tema sugerido.

Franchi (1993), em sua análise, afirma que os alunos demonstram uma postura passiva no decorrer das aulas. Ficam aguardando explicações e resolução de exercícios, e, como a Modelagem Matemática depende significativamente da iniciativa deles, e como os educandos por sua vez, não estão acostumados a agir com independência e não sabem, muitas das vezes, tampouco por onde começar, a atividade tende a ter um ritmo lento e arrastado.

Alguns trabalhos relatam o impacto dessa indisposição por parte dos alunos no andamento do processo. Ferreira (2012) escreve que uma das oficinas realizadas não despertou o interesse pela investigação na maioria dos alunos e para contornar esse obstáculo, ela elegeu um tema menos complexo para continuar a atividade.

Por sua vez, Lima (2015) afirma ter se deparado com o mesmo problema de desinteresse e optou pela mesma solução, contudo, a troca do tema foi realizada através de uma votação pela turma. Para a autora, a satisfação dos estudantes com a mudança do tema foi

visível, eles sentiram que tinham autonomia no desenvolvimento do processo e demonstraram empolgação.

Alguns autores destacam que mesmo com a escolha de um tema pertinente ao cotidiano dos alunos e com nível complexidade adequada, a atividade não logrou êxito e apontam como possíveis causas, fatores inerentes à atitude dos educandos, tais como a falta de curiosidade.

Segatini (2015) ao final do seu processo de Modelagem alega ter ciência da falta de interesse da turma e da ausência do espírito investigativo. Para ela, ainda que se mudasse o tema, a falta de imaginação por parte dos alunos foi preponderante para o resultado abaixo do esperado. Várias discussões poderiam ter surgido durante a atividade, porém, devido à falta de costume dos estudantes com a investigação matemática e também à falta de paciência, não foi possível colher os resultados almejados.

Por fim, Almeida (2013) traz um relato de uma estagiária, no qual ela afirma ter sido nada produtiva a atividade proposta. Não houve interesse, o espírito competitivo dos alunos, planejado e necessário para a ação promovida, não foi aguçado, mesmo com recompensas oferecidas pela educadora. Ao final, ela conclui que naquela turma específica, os problemas do dia a dia devem ser levados dentro dos exercícios tradicionais, pois assim, ela alega obter maior participação da turma.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho permitiu a realização de uma análise acerca da Modelagem Matemática enquanto ferramenta no ensino aprendizagem da Matemática, de modo que se buscou elucidar se os professores se sentem preparados para utilizar a Modelagem Matemática como ferramenta de ensino aprendizagem. A motivação se deu em função dos resultados insatisfatórios de aprendizado da disciplina no âmbito escolar, demonstrado através das pesquisas educacionais e dos programas de avaliação da Educação.

São vários os fatores que compõem este cenário, com destaque especial à falta de contextualização do que é estudado. Dessa forma, o aluno não consegue vislumbrar a aplicação do conteúdo passado, em seu cotidiano, e nessas condições, a aplicação de uma metodologia de ensino que tem por base a inserção do dia a dia do aluno nas temáticas a serem estudadas se torna fundamental.

A Modelagem Matemática tem como prerrogativa, a capacidade de conectar o conhecimento teórico com a parte prática, através da utilização da matemática na solução de problemas reais. Nesta metodologia, o aluno ganha autonomia, independência e se assume um papel fundamental na construção do conhecimento. Suas tarefas, antes limitadas à resolução de exercícios, tornam-se mais amplas. Fica a cargo dele a investigação, a discussão, a problematização etc.

O processo transcende o ambiente de sala de aula, uma vez que, como exposto anteriormente, a Modelagem Matemática auxilia na função social da Matemática. A escola não deve se preocupar apenas com a formação acadêmica de seus alunos, é importante que os discentes, ao estarem fora dos domínios escolares, se enxerguem como cidadãos habilitados em utilizar os conhecimentos adquiridos, através de pensamentos autônomos e raciocínio crítico. É fundamental a formação de sujeitos capazes de promover mudanças no ambiente multidimensional em que muitas das vezes estão inseridos.

Com a atividade proposta na seção 3, puderam-se visualizar de forma exemplificativa os conceitos abordados ao longo da dissertação. Por meio de uma situação do cotidiano, simples e supostamente não matemática, foi possível se alcançar um modelo que indica qual o tamanho de camiseta ideal de uma pessoa, utilizando os conhecimentos de função afim e função menor inteiro.

Como grande parte das metodologias de ensino, para ser aplicada em sala de aula, a Modelagem Matemática precisa ser acolhida pelos professores e, desse modo, este trabalho se preocupou em dedicar uma seção para ouvi-los.

Assim, com a realização da pesquisa quali-quantitativa realizada com um grupo de 211 professores, apresentada na seção 4, verificou-se que as eventuais dificuldades apontadas em diversos outros trabalhos, são reais e de fato, impactam na utilização da Modelagem Matemática no processo de ensino. O que se pôde constatar é que a maioria dos entraves sugeridos foram validados pelos entrevistados. Alguns com um impacto incontestável, como a preocupação com a alta exigência que a elaboração e aplicação da Modelagem Matemática demanda, na qual apenas 3% acreditam que afeta pouco no emprego da metodologia. Somado a isto, os entrevistados demonstraram que as atividades pedagógicas inerentes à profissão consomem grande parte do seu tempo, restando assim poucos momentos para o planejamento de uma atividade de modelagem.

Em síntese, as resistências são de naturezas variadas, vão desde a relação do docente como seu trabalho e o vínculo do professor com o setor administrativo e pedagógico, até a falta de estrutura física das escolas, perpassando pelas questões que envolvem a organização do currículo escolar.

De modo positivo, concluiu-se com a pesquisa que as questões pessoais se mostraram pouco impeditivas para a utilização da Modelagem Matemática, pois quase 75% dos entrevistados alegam que a insegurança diante do novo não inviabiliza, de modo contundente, o uso da Modelagem Matemática em sala de aula. Assim, o fator humano mostra-se disposto à aplicação desta ferramenta de ensino e, acredita-se que, com o uso de instrumentos tecnológicos adequados à Modelagem, e mantendo o respeito ao contexto social do aluno, é possível desenvolver um aprendizado prazeroso e despertar o protagonismo, atualmente inerte, dos alunos.

Com base nas respostas dos pesquisados, é possível inferir que professores inseridos em um cenário no qual coexistem um currículo mais flexível e ambientes propícios ao ensino, como laboratórios ou amplas salas de aula, é possível utilizar de modo satisfatório o recurso da Modelagem Matemática, uma metodologia promissora em comparação ao ensino tradicional.

Mudar as práticas docentes não implica no abandono total dos métodos hoje utilizados, contudo é importante que se perceba que a transformação da forma de trabalho, no âmbito pedagógico, é fundamental para revigorar as relações entre o aluno, o professor, o conhecimento e o processo de ensino-aprendizagem.

A mais recente diretriz educacional do Brasil, a BNCC, orienta em grande parte do seu conteúdo, a necessidade da inserção da realidade e, deste modo, espera-se que este trabalho possa colaborar na difusão da utilização Modelagem Matemática no ensino, atraindo novos pesquisadores e auxiliando os educadores de Matemática em sua busca para tornar a disciplina mais contextualizada e interessante, na visão dos alunos.

Por fim, como sugestão para trabalhos futuros, face à era cada vez mais digital em que nos encontramos, na qual o Brasil, por exemplo, tem hoje dois dispositivos digitais por habitante³, sugere-se a elaboração de estudos que se concentrem na utilização de tecnologias informatizadas na aplicação da Modelagem Matemática.

³ Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2019/04/26/internas_economia,1049125/brasil-tem-230-mi-de-smartphones-em-uso.shtml> Acesso em: 30 out. 2020.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16060**: Vestibilidade para homens corpo tipo normal, atlético e especial. Rio de Janeiro, 2012.
- ALMEIDA, A. P. S. de. **Diário no Google Docs**: possibilidades de reflexão sobre a prática de estágio curricular. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2013.
- ALMEIDA, L. W. de; ARAUJO, J. de L.; BISOGNIN, E. **Práticas de modelagem matemática na educação matemática**: relatos de experiências e propostas pedagógicas. 1. ed. Londrina: Eduel, 2015.
- ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2012.
- AZEVEDO, J. F. da C.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. dos S. **Modelagem em Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2019.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições, 2011.
- BARRETO, M. M. **Tendências atuais sobre o ensino de funções no ensino médio**. PPG-Ensino de Matemática, UFRGS, Porto Alegre, 2008.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2011.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2011.
- BISOGNIN, E.; BISOGNIN, V. Percepções de professores sobre o uso da modelagem matemática em sala de aula. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, SciELO Brasil, v. 26, n. 43, p. 1049–1079, 2012.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto editora, 1994.
- BOYER, C. A. **História da Matemática**. 3. Ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2012.
- BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. **Modelagem matemática**: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações. 2. ed. Ponta Grossa: UEPG, 2016.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a base. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: língua estrangeira**. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. **Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2019**: Atualiza as diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <<http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/dcnem.pdf>>.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. Cortez editora, 2018.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: teoria à prática**. 4. ed. Campinas: Papirus, 1998.

DELVAL, J. **Aprender a aprender**. 7. ed. São Paulo: Papirus, 1998.

DIAS, V. **O ensino de funções na educação básica**. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. 5. ed. Campinas: UNICAMP, 2011.

FERNANDES, E. **Fazer matemática compreendendo e compreender matemática fazendo: a apropriação de artefatos de matemática escolar**. Lisboa: Quadrante, 2000.

FERREIRA, A. A. **A produção de significados matemáticos em um contexto de aulas exploratório-investigativas**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

FERREIRA, A. B. de H. **O Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa: edição eletrônica**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2004.

FORTESKI, D.; MARTINS, M. A. Um estudo sobre a interdisciplinaridade em práticas de modelagem matemática na educação básica. In: **Anais do VI Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa, 2018.

FRANCHI, R. H. de O. L. **A Modelagem Matemática como estratégia de aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

FREITAS, M. T. M. et al. O desafio de ser professor de matemática hoje no Brasil. In: FIORENTINI, D.; NARACATO, A.M. (Org.). **Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam matemática**. Editora Gráfica FE/UNICAMP, Campinas, p. 89–105, 2005.

GRAZIELA, F. M. **Formação de professores e escola na contemporaneidade**. 1. ed. Editora Senac, 2019.

GROENWALD, C. L. O. et al. Perspectivas em Educação Matemática/Perspectives in Mathematics Education. **Acta scientiae**, v. 6, n. 1, p. 37-56, 2004.

INSTITUTO PAULO MONTENEGRO: **4º Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional**: um diagnóstico para a inclusão social – avaliação de habilidades matemáticas. Disponível em: <<https://ipm.org.br/relatorios>>. Acesso em: 01/03/2020.

INSTITUTO PAULO MONTENEGRO. **INAF Brasil 2018**: Resultados preliminares. Disponível em: <<https://ipm.org.br/relatorios>>. Acesso em: 01/03/2020.

INEP. **Relatório SAEB/ANA 2016**: panorama do brasil e dos estados. Brasília, DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2018. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/informacao-da-publicacao/-/asset_publisher/6JYIsGMAMkWI/document/id/1510096>.

INEP. **Relatório Brasil no PISA 2018**. Brasília, DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2019. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf>. Acesso em: 01/08/2020.

LIMA, E. de O. P. **Educação estatística sob a perspectiva sociocrítica da modelagem matemática**: Uma proposta para o ensino médio. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática.) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

MARQUEZ, J. **Modelagem na educação matemática com vistas à autonomia**. 228 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?. **Cadernos de saúde pública**, v. 9, n. 3, p. 237-248, 1993.

MOL, R. S. **Introdução à história da matemática**. Belo Horizonte: CAEDUFMG, 2013.

OZÓRIO, V. de A. **Excesso de alunos em sala de aula não combina com qualidade educacional**. Revista Nova Escola, 2003.

PÓLYA, G. **A arte de resolver problemas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.

PONTE, J. P. **O conceito de função no currículo de matemática**. Revista Educação e Matemática, Lisboa, n. 15, p. 3–9, 1990.

RAMOS, M. A. R. **O conceito de função**: de Leibniz a Riemann. In: Anais do X Seminário Nacional de História da Matemática. Campinas, 2013.

ROSEN, K. H. **Matemática discreta e suas aplicações**. 6. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2009

SANTOS, O. O.; LIMA, M. G. e S. **O processo de ensino-aprendizagem da disciplina**

matemática: possibilidades e limitações no contexto escolar. 2010. Disponível em: <<https://cutt.ly/RyQMBxc>>. Acesso em: 01/03/2020.

SEGATINI, C. **Problemas recreativos na obra o homem que calculava, de Malba Tahan, e a resolução de problemas.** Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2015.

SILVEIRA, E.; CALDEIRA, A. D. Modelagem na sala de aula: resistências e obstáculos. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, SciELO Brasil, v. 26, n. 43, p. 1021–1047, 2012.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática: a questão da democracia.** Campinas: Papirus, 2001.

SOUZA, S. de O.; ROCHA, S. A. da. O professor experiente e os diferentes olhares sobre o acompanhamento ao professor iniciante. In: **Anais do XIII Congresso Nacional de Educação.** Curitiba, 2017.

SOUZA, V. D. M. de; MARIANI, V. C. **Um breve relato do desenvolvimento do conceito de função.** V EDUCERE, p. 1-12, 2005.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. **Relatório Anual de Acompanhamento do Educação Já! Balanço 2019 e Perspectivas 2020.** Disponível em: www.todospelaeducacao.org.br/_uploads/_posts/417.pdf . Acesso em: 28/08/2020.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO APLICADO

Modelagem Matemática em sala de aula

O formulário abaixo busca identificar a relação do docente com a metodologia da Modelagem Matemática.

***Obrigatório**

1. Há quantos anos você leciona Matemática? *

- Até 3 anos
- Entre 4 a 10 anos
- Acima de 10 anos

2. Você já utilizou a Modelagem Matemática nas suas práticas de ensino? *

- Sim
- Não

3. Durante sua formação em qual(ais) ocasião(ões) você teve contato com a Modelagem Matemática? *

- Nunca tive contato.
- Durante o estágio curricular.
- Durante as aulas de graduação.
- Outro: _____

A partir das perguntas seguintes, avalie em que nível os obstáculos apontados abaixo, o impedem de utilizar ou reutilizar a Modelagem Matemática em sala de aula.

4. A Modelagem Matemática exige muita preparação do professor, antes e no momento da aula. *

- Muito.
- Razoavelmente.
- Pouco.

5. A insegurança diante do novo. *

- Muito.
- Razoavelmente.
- Pouco.

6. A grande quantidade de alunos por turma. *

- Muito.
- Razoavelmente.
- Pouco.

7. A falta de estrutura da escola. *

- Muito.
- Razoavelmente.
- Pouco.

8. A preocupação em cumprir o conteúdo. *

- Muito.
- Razoavelmente.
- Pouco.

9. A Falta de tempo em sala de aula. *

- Muito.
- Razoavelmente.
- Pouco.

10. A indisciplina dos alunos. *

- Muito.
- Razoavelmente.
- Pouco.

11. A indisposição e cansaço dos alunos. *

- Muito.
- Razoavelmente.
- Pouco.

12. A grande carga de atividades pedagógicas as quais os docentes são submetidos. *

Muito.

Razoavelmente.

Pouco.

13. O que você entende por modelagem?

14. Pra você o que é Educação Matemática?

15. De acordo com suas experiências, como você vê o ensino da Matemática?
