

**UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ
MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

GABRIELLE RIBEIRO DA SILVA ROCHA MERLIM

**MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO:
um panorama de estudos e suas contribuições**

**POUSO ALEGRE – MG
2020**

GABRIELLE RIBEIRO DA SILVA ROCHA MERLIM

**MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO:
um panorama de estudos e suas contribuições**

Dissertação apresentada a banca de defesa no Mestrado em Educação da Universidade do Vale do Sapucaí (Univás), na Linha de Pesquisa “Formação do Profissional Docente, Práticas Educativas e Gestão da Educação” como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Prof. Dra. Rosimeire Aparecida Soares Borges

POUSO ALEGRE – MG

2020

MERLIM, Gabrielle Ribeiro da Silva Rocha.

Modelagem matemática no ensino médio: um panorama de estudos e suas contribuições / Gabrielle Ribeiro da Silva Rocha Merlim; Orientação de Prof^a. Dr^a. Rosimeire Aparecida Soares Borges. – Pouso Alegre: 2020. 105 f.

Inclui bibliografias. f. 97

Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Vale do Sapucaí – (UNIVÁS).

1. Modelagem Matemática. 2. Ensino Médio. 3. Resolução de situações problema. I. Borges, Rosimeire Aparecida Soares (orient.). II. Universidade do Vale do Sapucaí – UNIVÁS. III. Modelagem matemática no ensino médio: um panorama de estudos e suas contribuições.

CDD: 370

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

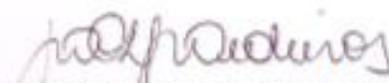
Certificamos que a dissertação intitulada **“MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: um panorama de estudos e suas contribuições”** foi defendida, em 15 de junho de 2020, por **GABRIELLE RIBEIRO DA SILVA ROCHA MERLIM**, aluna regularmente matriculada no Mestrado em Educação, sob o Registro Acadêmico nº 98014231, e aprovada pela Banca Examinadora composta por:



Prof. Dra. Rosimeire Aparecida Soares Borges
Universidade do Vale do Sapucaí - UNIVÁS
Orientadora



Prof. Dra. Anna Luisa de Castro
Universidade Estadual Paulista (UNESP-BAURU)
Examinadora



Prof. Dra. Mauriceia da Costa Lins de Medeiros
Universidade do Vale do Sapucaí – UNIVÁS
Examinadora

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos, amigos, marido e meus dois filhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me proporcionar perseverança frente às dificuldades ao longo da minha formação acadêmica, sempre iluminando minhas escolhas e caminhos.

Agradeço à minha mãe Dilena, sempre dedicada a me apoiar em todas minhas decisões, mãe amorosa, correta e disposta a fazer tudo de melhor pelos filhos. Ao meu pai Élio, que é um exemplo de homem honesto, honrado e dedicado à família, sempre nos aconselhando e inspirando calma e tranquilidade. Aos meus irmãos, Guilherme e Hélio Júnior, pelo amor fraterno e aos amigos que sempre estiveram próximos.

Agradeço ao meu marido Orlando pelo seu amor, companheirismo, paciência e dedicação, por estar ao meu lado incentivando em toda minha formação profissional e amadurecimento pessoal.

Agradeço aos meus filhos, Erick e Samuel, que estão no meu ventre durante essa reta final de defesa da dissertação, mas já me fazem sentir uma grande força e motivação para ser mestre e continuar trabalhando para ser um exemplo de mãe e profissional realizada na área da educação.

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Rosimeire Aparecida Soares Borges, pelas riquíssimas orientações, pela confiança, paciência e empenho, e por conceder ensinamentos científicos claros e objetivos de fundamental importância para a conclusão desta dissertação de mestrado.

Agradeço à Profa. Dra. Aparecida Duarte pelo carinho, consideração e orientações prévias desta dissertação, e pelos conhecimentos essenciais para o desenvolvimento inicial da temática e da parte introdutória desta pesquisa.

Agradeço as professoras Dra. Sandra Maria Sales, Dra. Aparecida Duarte, Dra. Vânia Mesquita, Dra. Sônia Aparecida Siquelli, Dra. Rosimeire Aparecida Soares Borges e Dra. Neide de Brito Cunha pelas contribuições e ensinamentos nas aulas, as quais possibilitaram minha formação como pesquisadora.

Agradeço aos colegas do Mestrado em Educação Univás pelo apoio, incentivo e aprendizado trocados durante nossa trajetória neste curso.

Portanto, agradeço a todos (as) que auxiliaram na realização deste trabalho.

MERLIM, Gabrielle Ribeiro da Silva Rocha. **Modelagem matemática no ensino médio**: um panorama de estudos e suas contribuições. 2020. 105 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Vale do Sapucaí, Pouso Alegre, Minas Gerais, 2020.

RESUMO

As dificuldades encontradas por docentes durante a prática de ensino se devem, muitas vezes, ao uso de metodologias que provocam certo distanciamento entre a concepção de ensinar do professor e o aprendizado do aluno. Em algumas disciplinas esta dificuldade é maximizada, como no caso da matemática, considerada um desafio a ser vencido nas escolas, já que o ensino dessa disciplina na forma tradicional tem resultado em altos índices de reprovação. Nesse sentido, a modelagem matemática tem se revelado promissora, pois, alicerçada em situações do mundo real, possibilita tornar as aulas de matemática mais atrativas para os alunos. Nessa direção, o objetivo desta pesquisa foi investigar como se dá a presença da modelagem matemática no processo educativo do ensino médio de forma a contribuir com a inovação nos métodos de ensino dessa disciplina. Denominado por estado do conhecimento por Romanowski e Ens (2006), este estudo abrange somente um setor de publicações, dissertações e artigos publicados no período compreendido entre 2014 e 2019 presentes, respectivamente, no Catálogo de Teses e Dissertações Capes, Portal de Periódicos Capes e Scielo. Como aportes teóricos, aborda estudos de Biembengut (2003; 2009; 2010; 2015) e Bassanezi (2002; 2006; 2015), dentre outros, que tratam da modelagem matemática. Os resultados mostram que os estudos analisados têm em comum a preocupação com a inovação de metodologias de ensino de matemática, de modo que a modelagem matemática possa possibilitar aos alunos ampliar a compreensão sobre os conceitos estudados, em aulas mais criativas e interativas com a resolução de situações-problema com base em temáticas escolhidas pelos alunos de suas realidades e interesse. Outro aspecto apontado nos resultados é a possibilidade de desenvolvimento da argumentação e da comunicação com elaboração e apresentação de relatórios para seus pares e professor, com temas de interesse da comunidade. No entanto, existem barreiras que podem influenciar a não utilização dessa metodologia nas aulas de matemática, com ou sem o uso de tecnologias, como a resistência docente às mudanças e os currículos fragmentados que não acompanham esse tipo de inovação.

Palavras-chave: Modelagem matemática. Ensino Médio. Estado do conhecimento.

MERLIM, Gabrielle Ribeiro da Silva Rocha. **Modelagem matemática no ensino médio: um panorama de estudos e suas contribuições**. 2020. 105 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Vale do Sapucaí, Pouso Alegre, Minas Gerais, 2020.

ABSTRACT

The difficulties encountered by teachers during teaching practice are often due to the use of methodologies that reveal a gap between the teacher's concept of teaching and the student's learning. In some disciplines, this difficulty is maximized, as in the case of mathematics, considered a challenge to be overcome in schools, since the teaching of this discipline in the traditional way has resulted in high failure rates. In this sense, mathematical modeling has proved to be promising because, based on real-world situations, it makes it possible to make mathematics classes more attractive to students. Given this context, the objective of this research was to investigate how the presence of mathematical modeling occurs in the educational process of high school to contribute to the innovation in the teaching methods of this discipline. Denominated by state of knowledge, according to Romanowski and Ens (2006), this study covers only one sector of publications, dissertations and articles published in the period between 2014 and 2019 present, respectively, in the Capes Thesis and Dissertations Catalog, Portal de Periódicos Capes e Scielo. As theoretical contributions, studies by Biembengut (2003; 2009; 2010; 2015) and Bassanezi (2002; 2006; 2015), among others, which deal with mathematical modeling. The results show that the studies analyzed have in common a concern with the innovation of mathematics teaching methodologies, so that mathematical modeling can enable students to broaden their understanding of the concepts studied in more creative and interactive classes, with the resolution of problem-situations based on themes chosen by students for their realities and interests. Another aspect is the possibility of developing argumentation and communication with the preparation and presentation of reports to peers and teachers with topics of interest to the community. However, there are barriers that can influence the non-use of this methodology in mathematics classes, with or without the use of technologies, such as teacher resistance to changes, and fragmented curricula, which do not accompany this type of innovation.

Keywords: Mathematical modeling. High school. State of knowledge.

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEB	Conselho de Educação Básica
CEJA	Centro de Educação de Jovens e Adultos
CNE	Conselho Nacional de Educação
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos
PNE	Plano Nacional de Educação
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
SCIELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIVÁS	Universidade do Vale do Sapucaí

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Locais de realização das pesquisas de campo	65
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dissertações selecionadas para as análises	48
Quadro 2 - Artigos selecionados para as análises	49
Quadro 3 - Objetivos das dissertações analisadas	61
Quadro 4 - Objetivos dos artigos analisados	62
Quadro 5 - Locais pesquisados e participantes	63
Quadro 6 - Metodologias das dissertações analisadas.....	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 O ENSINO MÉDIO NO BRASIL.....	19
2.1.1 Currículos para o ensino médio no Brasil	21
2.1.1.1 <i>Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)</i>	23
2.1.1.2 <i>Ensino Médio na Base Nacional Comum Curricular</i>	27
2.2 MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: tecnologias e metodologias	30
2.2.1 Modelagem Matemática	34
2.2.2 Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais	41
3 PERCURSO METODOLÓGICO	44
3.1 BUSCA DAS INVESTIGAÇÕES ANALISADAS.....	45
4 AS INVESTIGAÇÕES SELECIONADAS	47
4.1 AS DISSERTAÇÕES SELECIONADAS PARA ANÁLISE: uma descrição .	49
4.2 OS ARTIGOS SELECIONADOS PARA ANÁLISES: uma descrição	56
5 MODELAGEM MATEMÁTICA: abordagens no ensino médio	60
5.1 OBJETIVOS DOS ESTUDOS ANALISADOS	60
5.2 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS ESTUDOS ANALISADOS	63
5.3 MODELAGEM MATEMÁTICA NAS METODOLOGIAS DE PESQUISA DAS DISSERTAÇÕES.....	66
5.4 MODELAGEM MATEMÁTICA NAS METODOLOGIAS DE PESQUISA DOS ARTIGOS ANALISADOS	78
5.5 RESULTADOS APRESENTADOS NAS DISSERTAÇÕES ANALISADAS.	85
5.6 RESULTADOS APRESENTADOS NOS ARTIGOS ANALISADOS.....	88
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS	

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa insere-se na linha de pesquisa “Formação do Profissional Docente, Práticas Educativas e Gestão da Educação” do Mestrado em Educação da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS), Pouso Alegre, Minas Gerais, e tem como objetivo, a partir de um panorama de artigos e dissertações de mestrado¹ defendidas no período compreendido entre 2014 a 2019, investigar como se dá a presença da modelagem matemática no processo educativo do ensino médio, o que pode contribuir com a inovação nos métodos de ensino dessa disciplina.

Para Biembengut (2016, p. 104), "Modelagem (matemática) é um método para solucionar alguma situação-problema ou para compreender um fenômeno utilizando-se de alguma teoria (matemática)". De acordo com Burak (2004), a modelagem matemática começou a ser discutida na década de 1960, com um movimento denominado “utilitarista”, que tinha como intuito discutir a aplicação dos conhecimentos matemáticos para a ciência e para a sociedade. Trata-se de uma forma lúdica de descrever, formular e modelar algum processo que esteja ocorrendo no cotidiano das pessoas. Boeri e Vione (2009) admitem a modelagem matemática como um modo de matematizar e modelar problemas e situações da realidade ao redor e, quando utilizada em sala aula, o aluno é instigado à formulação e resolução de problemas para o desenvolvimento de ideias e conceitos matemáticos.

Quando utilizada em sala de aula, a modelagem matemática possibilita notar que os alunos demonstram mais interesse pelos conteúdos, visto que são trabalhadas técnicas próximas à sua realidade, e com isso acabam por perceber o ensino da matemática de outro modo. Sendo assim, esta metodologia de ensino rompe com a maneira usual de se trabalhar o ensino desta disciplina nas escolas (BURAK, 2004). Mais recentemente, Bassanezi (2015) demonstrou que o uso da modelagem matemática nos processos de ensino e de aprendizagem dessa disciplina já se encontra presente nos currículos de diversos países e tem sido motivo de discussões amplas no Brasil. A matemática aplicada em situações

¹ Este trabalho apresenta somente artigos e dissertações de mestrado com foco em modelagem matemática, pois teses de doutorado sobre esse assunto aplicadas ao ensino médio no período em questão não retornaram nos resultados da busca.

da realidade também foi assunto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2018, p. 54),

A BNCC da área de Matemática e suas Tecnologias propõe a consolidação, a ampliação e o aprofundamento das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental. Para tanto, propõe colocar em jogo, de modo mais inter-relacionado, os conhecimentos já explorados na etapa anterior, a fim de possibilitar que os estudantes construam uma visão mais integrada da Matemática, ainda na perspectiva de sua aplicação à realidade.

No entanto, de acordo com Biembengut e Hein (2009), a da utilização de modelagem matemática nas aulas no Brasil poderia ser mais difundida. As atividades propostas e realizadas pelos alunos poderiam ser divulgadas juntamente com informações que dessem subsídio aos docentes que se interessem em aplicar esse tipo de atividade em suas aulas.

A importância do estudo e aprofundamento nas metodologias de ensino utilizadas em disciplinas da área de exatas foi percebida por mim desde que comecei a docência. A afinidade com essa área do conhecimento, a vontade de investigar, sanar minhas dúvidas e buscar respostas mais científicas e eficazes para as questões colocadas pelos meus alunos levaram-me a ingressar no Mestrado em Educação da Univás, com o objetivo de aprofundar meus conhecimentos.

Assim, desenvolver esta investigação abordando esta temática tem estreita relação com minha carreira docente. Ao ministrar aulas de física para alunos de pré-vestibular, pude perceber que muitos deles não conseguiam estabelecer uma conexão entre os ensinamentos da sala de aula com os fenômenos ocorridos no dia a dia. Apresentavam dúvidas como: “isso acontece assim na vida também?” ou ainda, “quando eu vou usar isso na minha vida?”. Desde então, passei a enfatizar aplicações rotineiras que envolvem conceitos abordados na sala de sala.

Na experiência como docente, pude observar que quanto mais exemplos de aplicação dos conceitos da física levava para a sala de aula, mais meus alunos mostravam curiosidade pelo assunto, e esse interesse era maximizado quando as imagens e vídeos projetados na tela dos computadores da sala de aula apresentavam um teor divertido e inusitado. Era inevitável o surgimento de conversas paralelas e risadas, mas que assinalavam minutos de descontração e distração momentânea, que auxiliavam os alunos quanto ao interesse e

atenção nas aulas e, conseqüentemente, compreensão e aprendizagem mais efetiva dos conteúdos estudados.

Nesse contexto, conhecer sobre a modelagem matemática, um método de ensino amplamente aplicado, um modo de explicar a aplicação prática dos conceitos teóricos (BOERI; VIONE, 2009; BIEMBENGUT; HEIN, 2010; BURAK, 2004), foi a primeira intenção deste estudo. Neste sentido também, ressaltar a importância de, como docente, obter uma formação ampliada e atualizada, para que possa acompanhar os avanços digitais e os interesses dos estudantes, despertando-lhes o interesse pelas aulas, estudos e aprendizagem.

De acordo com Boeri e Vione (2009), os processos de ensino e de aprendizagem não são vistos somente como um meio de transmissão e recepção de informações, mas também como processos de construção de conhecimentos, por meio da estimulação e da participação dos alunos. Neste sentido, justifica-se a realização de estudos que corroborem com a busca da análise de metodologias de ensino alternativas utilizadas por professores de matemática, para tornarem suas aulas mais interessantes, para uma formação crítica dos alunos, que auxilie na construção de competências para aplicação dos conceitos estudados em situações do cotidiano e da sociedade em que se inserem.

Ressalte-se a relevância desta pesquisa devido às notórias dificuldades encontradas pelos docentes ao lecionar suas disciplinas no meio escolar (BRUM, 2013; D'AMBROSIO, 2011). Esta situação acaba por resultar em conflitos entre a relação da constituição de seus saberes e o processo de aprendizagem do aluno, principalmente no que diz respeito à matemática. Tais dificuldades estão relacionadas a diversos fatores, como a metodologia de ensino utilizada pelos professores e a concepção de ensinar e aprender dos educadores, que se encontra articulada com a sua formação acadêmica e continuada, ou seja, seus estudos e vivências, o contexto social e cultural (BOERI; VIONE, 2009).

Em vista dessas dificuldades e conflitos, a necessidade de melhoria dos processos de ensino e aprendizagem da matemática intensificou o desenvolvimento de investigações em educação matemática e consolidação dessa área de pesquisa. Desse modo, nos últimos tempos, tem ocorrido um aumento significativo de programas e cursos na área da educação matemática,

em seus mais diferentes ramos. Fiorentini e Lorenzato (2006) constataram que no Brasil, no início do século XXI, havia aproximadamente duas dezenas de programas de pós-graduação *stricto sensu* em educação matemática. Assim, atualmente, são produzidos inúmeros estudos, publicados em dissertações, versando sobre metodologias para o ensino da matemática, de modo a contribuir para a amenização das dificuldades de aprendizagem dos alunos em matemática, e até mesmo dos docentes, para ministrarem suas aulas de forma dinâmica e interativa.

Considerando, portanto, as possibilidades do uso da modelagem matemática como um dos importantes recursos pedagógicos para o ensino da matemática, há interrogações que podem ser feitas neste estudo sobre o que dizem dissertações já defendidas sobre o assunto, quais temas são tratados nesses estudos, quais os objetivos e abordagens metodológicas, quais as contribuições desses trabalhos para a educação matemática. De acordo com Romanowski e Ens (2006, p. 40), elaborar um balanço de estudos já realizados pode “conduzir à plena compreensão do estado atingido pelo conhecimento a respeito de determinado tema - sua amplitude, tendências teóricas, vertentes metodológicas”, e especificamente neste estudo, investigar como a modelagem matemática é tratada na literatura já produzida e apontar enfoques e caminhos seguidos pode contribuir para identificar experiências inovadoras no ensino desta disciplina.

Diante de tais considerações, este estudo pretende responder aos seguintes questionamentos mais específicos: como a modelagem matemática, aplicada ao ensino médio é abordada em artigos e dissertações desenvolvidas no período de 2014 a 2019? Quais as contribuições dessas pesquisas para o ensino e a aprendizagem de matemática nesse nível de ensino?

Para responder a essas questões, retomando o objetivo deste estudo, é, a partir de um panorama de artigos e dissertações² de Mestrado publicados no período compreendido entre 2014 a 2019, investigar como se dá a presença da modelagem matemática no processo educativo do ensino médio, o que pode

² Este trabalho apresenta somente artigos e dissertações de mestrado com foco em modelagem matemática, pois não foram encontradas teses de doutorado sobre este assunto aplicadas ao ensino médio no período em questão.

contribuir com a inovação nos métodos de ensino dessa disciplina, conforme já referido inicialmente.

A delimitação temporal desta pesquisa se deu por ser o período que representa os anos mais recentes de produção sobre essa temática, considerando assim somente estudos dos últimos seis anos. Considerou-se que trabalhos mais recentes podem envolver temas como as tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) em metodologias que envolvem a modelagem matemática, visto que essas tecnologias são uma tendência irreversível nas práticas pedagógicas recentes (CASTILHO, 2015). A escolha do nível médio de ensino foi feita por minha experiência com alunos dessas séries, em cursos pré-vestibulares.

Entende-se a importância deste estudo no sentido de trazer resultados que possam incentivar reflexões e discussões sobre possibilidades metodológicas de ensino da matemática envolvendo a modelagem matemática, que já foram foco dos estudos analisados. Isto porque a aprendizagem da matemática é fundamental no preparo dos estudantes para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)³ e para os vestibulares, que a cada ano se apresentam mais exigentes. Portanto, a sistematização de estudos sobre metodologias de ensino da matemática utilizando a modelagem matemática pode ser de suma importância para professores, no sentido de auxiliá-los na preparação e realização de suas aulas nessa disciplina.

Para o desenvolvimento deste estudo, esta dissertação, além desta introdução, encontra-se organizada em sete (7) seções. A segunda seção apresenta a fundamentação teórica na qual a pesquisa se baseia. A terceira discorre sobre a modelagem matemática e o uso das tecnologias. A quarta seção diz respeito aos procedimentos metodológicos utilizados. Na quinta seção está a apresentação dos trabalhos selecionados, e na sexta seção a análise desses trabalhos à luz dos teóricos apresentados nesta investigação. Na sétima e última seção estão as considerações finais da investigação.

³ O ENEM é uma prova interdisciplinar, que relaciona assuntos de todas as naturezas às questões de matemática, por exemplo, associa situações reais do cotidiano com os conceitos matemáticos, exatamente o que se trabalha na modelagem matemática.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A escola é um ambiente de socialização, de interação e construção de valores e atitudes, e compete a ela o compromisso de educar os alunos dentro dos princípios democráticos e conscientes de seus direitos e deveres, contribuindo para a construção da personalidade do indivíduo, conforme consta na LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional). Não ocupa um patamar exclusivo de transformações sociais, mas é neste ambiente que se dá a intervenção pedagógica que culmina no processo de ensino e aprendizagem do aluno (BRASIL, 2017).

Segundo Oliveira (2014), o ambiente escolar é um espaço de informação e formação, em que a aprendizagem dos conteúdos propostos pelos professores deve estar atrelada ao cotidiano dos alunos, não se resumindo somente a um processo de repasse de conteúdo. Consiste em um local no qual o conhecimento deve ser produzido e aproveitado de forma significativa, principalmente pelas exigências colocadas pela sociedade. Trata-se, portanto, de um espaço no qual o professor pode desempenhar um papel essencial nos processos de ensino e aprendizagem dos alunos. Entretanto, a disciplina matemática tem-se apresentado como um desafio a ser vencido nas escolas, visto que o seu ensino tem acontecido, na maioria das vezes, por meio da forma tradicional, desprendida daquela utilizada no cotidiano dos estudantes.

Esse modo tradicional torna o ensino pouco atrativo, podendo contribuir para que os processos de ensino e aprendizagem não obtenham bons resultados e apresentem altos índices de reprovação, certificando que a metodologia do docente é o ponto chave para a transformação do saber científico em saber a ensinar. Micotti (1999, p. 156-157) conceitua a forma tradicional de ensino como aquela que evidencia a transmissão do:

[...] saber já construído, estruturado pelo professor; a aprendizagem é vista como impressão, na mente dos alunos, das informações apresentadas nas aulas. O trabalho didático escolhe um trajeto “simples” – transferir para o aprendiz os elementos extraídos do saber criado e sistematizado, ao longo da história das ciências, fruto do trabalho de pesquisadores. As aulas consistem, sobretudo, em explicações sobre temas do programa; entende-se que basta o professor dominar a matéria que leciona para ensinar bem.

Dessa forma, buscou-se trazer nesta seção o embasamento teórico sobre a legislação e amparo legal do Ensino Médio no Brasil, para subsidiar as análises dos estudos privilegiados que tratem da modelagem matemática como metodologia de ensino na disciplina de matemática, e como a modelagem matemática pode ajudar que os processos de ensino e de aprendizagem aconteçam de forma mais prazerosa, efetiva e ligada à realidade de cada estudante.

2.1 O ENSINO MÉDIO NO BRASIL

A Educação está garantida como um Direito Social na Constituição Federal de 1988, o direito à Educação é assegurado pelo Estado para todos sem qualquer distinção conforme seu Art. 6:

São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição (Brasil, 1988).

Ainda na Constituição Federal (1988), pode-se citar as menções ao ensino médio em diferenciados artigos. O Art. 208 estabelece que “O dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de” e seu inciso II determina “II - progressiva universalização do ensino médio gratuito” (BRASIL, 1988). No Art. 211 e no Art. 213 da Constituição há referência ao Ensino Médio no Brasil estabelecendo que é da responsabilidade dos estados e Distrito Federal:

Art. 211. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão em regime de colaboração seus sistemas de ensino. § 3º Os Estados e o Distrito Federal atuarão prioritariamente no ensino fundamental e médio.

Art. 213. Os recursos públicos serão destinados às escolas públicas, podendo ser dirigidos a escolas comunitárias, confessionais ou filantrópicas, definidas em lei, que: I - assegurem a destinação de seu patrimônio a outra escola comunitária, filantrópica ou confessional, ou ao Poder Público, no caso de encerramento de suas atividades. § 1º Os recursos de que trata este artigo poderão ser destinados a bolsas de estudo para o ensino fundamental e médio, na forma da lei, para os que demonstrarem insuficiência de recursos, quando houver falta de vagas e cursos regulares da rede pública na localidade da residência do educando, ficando o Poder Público obrigado a investir prioritariamente na expansão de sua rede na localidade (BRASIL, 1988).

A regulamentação do Sistema de Ensino Brasileiro é efetivada pela Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabeleceu as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, ficando, portanto, conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Em seu Art. 2º estabelece que:

A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996).

O Art. 4º da Lei nº 9.394/96 trata do dever do Estado com educação escolar pública garantindo:

I - educação básica obrigatória e gratuita dos 4 (quatro) aos 17 (dezesete) anos de idade, organizada da seguinte forma: (Redação dada pela Lei nº 12.796, de 2013)
a) pré-escola; (Incluído pela Lei nº 12.796, de 2013)
b) ensino fundamental; (Incluído pela Lei nº 12.796, de 2013)
c) ensino médio. (Incluído pela Lei nº 12.796, de 2013)

O ensino médio é entendido como parte da Educação Básica, correspondendo aos 3 anos finais, conforme estabelece a Lei nº 9.394/96 em seu Art. 21. “A educação escolar compõe-se de I - educação básica, formada pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio II - educação superior.”

A Lei nº 9.394/96, trata do ensino médio em seu Art. 35 (ensino médio), tendo continuidade de tratamento no Art. 36 (ensino técnico) e no Art. 37 (educação de jovens e adultos). Em seu Art. 35, essa Lei prevê as finalidades do ensino médio, nos seguintes termos:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:
I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996).

Observa-se que as finalidades desse nível de ensino abarcam a consolidação dos conhecimentos do ensino fundamental, a preparação para o trabalho e a cidadania, através do desenvolvimento de competências para carreiras posteriores, além do aprimoramento da pessoa humana por meio da formação ética e da autonomia intelectual, e a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos, aliando teoria e prática em cada disciplina.

2.1.1 Currículos para o ensino médio no Brasil

Segundo Tartuce et al. (2018, p. 480), o ensino médio é uma etapa um tanto crítica na formação dos indivíduos, nível de ensino esse que tem variadas funções, como a consolidação das habilidades básicas dos estudantes e de seus conhecimentos, bem como preparação para entrar no ensino superior ou mercado de trabalho como cidadãos que possam agir com autonomia na sociedade.

A Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018, atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Em seu Capítulo I, trata da organização curricular, e em seu Art. 7, define currículo:

Art. 7º O currículo é conceituado como a proposta de ação educativa constituída pela seleção de conhecimentos construídos pela sociedade, expressando-se por práticas escolares que se desdobram em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais, articulando vivências e saberes dos estudantes e contribuindo para o desenvolvimento de suas identidades e condições cognitivas e socioemocionais (BRASIL, 2018)

Silva e Almeida (2017, p. 67) definem currículo como sendo um “conjunto de práticas entrecruzadas, desenvolvidas por sujeitos que ao mesmo tempo em que produzem e discursam sobre o currículo são também formados por ele”. Dois grandes balizadores do currículo no Brasil nos últimos tempos da educação básica são os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Curricular Comum, publicados para o Ensino médio, em 2000 e em 2018, respectivamente.

De acordo com Melo, Almeida e Leite (2018), o currículo é resultante de políticas curriculares imersas em um processo de globalização, com vistas a formar os alunos da escola, no entanto é determinado pelo período social e histórico em que é construído, e resultante da interpretação dos sujeitos que o vivenciam. Esta concepção assemelha-se à compreensão da prática curricular,

ou seja, o currículo em uso, caracterizado como um projeto educativo vivido, que embora tenha seus objetivos previamente determinados, se entrega às incertezas inerentes à sua prática.

Para Melo, Almeida e Leite (2018), quando o currículo é compreendido por aqueles que o vivenciam, entende-se o professor como um sujeito que tem privilégios nessa interpretação, e consiste naquele que o coloca em prática nas aulas e em outros espaços de formação, de forma a recriá-lo para atender às necessidades de seus educandos que considera como relevantes. Deste modo, a prática curricular baseia-se em experiências influenciadas por políticas curriculares, mas atreladas à criação e recriação do educador.

O currículo, no que diz respeito ao seu projeto formativo, articulado a partir de políticas e práticas e como elemento vivenciado na prática educacional e docente, é materializado nas práticas curriculares, com base nos conhecimentos dos docentes e os que mobilizam na atuação profissional. Desse modo, os autores das práticas curriculares são os docentes que mediam processos para captar e assimilar de forma crítica as necessidades dos processos de ensino e de aprendizagem dos alunos, em um contexto que transcende para as práticas curriculares nas aulas (HAGEMeyer, 2011).

A atuação do professor neste contexto possibilita estabelecer relações com outras práticas promovidas pelas diversas pessoas que integram a escola. No entanto, embora o docente seja peça principal na vivência de um currículo, ele precisa responder às exigências de uma gestão, bem como às expectativas dos alunos. Além disso, ele deve perfazer o que as políticas curriculares determinam para o nível de ensino em que atua como professor, e, desse modo acaba por articular práticas distintas, o que pode modificar sua própria prática curricular, as identidades originais (MELO; ALMEIDA; LEITE, 2018).

Mediante o que foi exposto acima, refletimos que é importante seguir um outro conceito de currículo, porém o mesmo não deve limitar-se somente às determinações políticas, mas sim um currículo atrelado ao que é criado por aqueles que o praticam, compreendendo que a prática curricular é fruto não só da atuação do professor como um todo, mas sim de articulações que são estabelecidas com os demais sujeitos da escola, atrelado às políticas que norteiam o sistema educativo. Assim sendo, a prática curricular é resultante “não só da atuação do professor isolado, mas das articulações que este estabelece

com os demais sujeitos da escola e com as políticas que orientam o sistema educativo e esse currículo” (MELO; ALMEIDA; LEITE, 2018, p. 219) e assim, o conceito de currículo não deve se limitar ao que é definido pelas determinações de políticas, mas sim incorporar a criação daqueles que o colocam em prática.

2.1.1.1 Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)

Em 2000, com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio), foram apresentadas orientações para as diferentes áreas que devem ser abordadas nesse nível de ensino. Esses Parâmetros estão organizados em quatro partes, quais sejam: Parte I - Bases Legais; Parte II - Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; Parte IV - Ciências Humanas e suas Tecnologias.

No que se refere à matemática, está na Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Esse documento refere a essa área do seguinte modo:

[...] a interdisciplinaridade do aprendizado científico e matemático não dissolve nem cancela a indiscutível disciplinaridade do conhecimento. O grau de especificidade efetivamente presente nas distintas ciências, em parte também nas tecnologias associadas, seria difícil de se aprender no Ensino Fundamental, estando naturalmente reservado ao Ensino Médio. Além disso, o conhecimento científico disciplinar é parte tão essencial da cultura contemporânea que sua presença na Educação Básica e, conseqüentemente, no Ensino Médio, é indiscutível. Com isso, configuram-se as características mais distintivas do Ensino Médio, que interessam à sua organização curricular (BRASIL, 2000).

Esse documento sugere a interdisciplinaridade da matemática de modo que a aprendizagem dos conteúdos matemáticos, científicos e tecnológicos sejam concretizados a partir de elementos da rotina dos educandos, na escola e na comunidade. Não de modo a delimitar o conhecimento, mas motivando diálogos, para impulsionar a construção dos conhecimentos a partir da solução de problemas reais.

Dessa forma, a resolução de problemas matemáticos levantados de problemas coletivos, e a busca da resolução, de forma a aplicar todos os conhecimentos possíveis que possam ser agregados (matemático, científico, tecnológico), pode protagonizar a construção da cidadania. Assim, os processos

de ensino e de aprendizagem não podem estar limitados a materiais instrucionais específicos e à mera exposição do tema pelo professor. Desse modo, os alunos devem ser incentivados a pesquisar e a buscar conhecimentos a serem aplicados de forma colaborativa como prática cultural da cidadania, em um aprendizado coletivo, para a resolução de um problema coletivo.

Conforme sugerido pelo PCNEM (2000), é no Ensino Médio que a abstração se firma, ficando mais elaborada, principalmente quando se dá a aplicação de ferramentas matemáticas (fórmulas) nas questões do dia a dia. Anteriormente, essa abstração era voltada apenas para a memorização, não envolvendo a aplicação dessas fórmulas em problemas reais do cotidiano. Isto porque, a matemática encontra-se presente em tudo na vida contemporânea, possibilitando a ordenação, codificação, quantificação, interpretação, avaliação de taxas, dosagens, coordenadas, tensões, frequências, intermediadas ou não por algum tipo de tecnologia. De acordo com o PCNEM (2000), situações matemáticas são apresentadas pela mídia em temas globais (meio ambiente, saúde, economia), ilustrados com informações técnicas, gráficos, tabelas e infográficos, dentre outros recursos.

Consta ainda nos PCNEM (2000) que a matemática é uma ciência social utilizada de modo intuitivo por todos e, como ciência, busca construir e validar conceitos, argumentações e procedimentos. É uma ciência que generaliza e interpreta fenômenos (reais ou de modelos), busca informações matemáticas e de raciocínio que possam ser representadas em forma de gráficos, números, estatísticas e probabilidades, e que possam ser entendidas por todas as pessoas.

Assim, segundo orientações curriculares dos PCNEM (2000), a matemática do ensino médio vai muito além do estudo da álgebra, resolução de problemas, proporções, grandezas, estimativas, projeções, conhecimentos geométricos e trigonométricos. Ensinar matemática no ensino médio exige a aplicação prática da matemática em outras áreas do conhecimento (química, física, biologia), e a própria leitura e interpretação de dados estatísticos bombardeados pela mídia para os mais variados temas.

Os PCNEM publicados em 2000 foram reforçados com o Parecer CNE/CEB nº 7, de 7 de abril de 2010, do Conselho Nacional de Educação, que

fixou as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica, conforme citado:

[...] estabelecer bases comuns nacionais para a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, bem como para as modalidades com que podem se apresentar, a partir das quais os sistemas federal, estaduais, distrital e municipais, por suas competências próprias e complementares, formularão as suas orientações assegurando a integração curricular das três etapas sequentes desse nível da escolarização, essencialmente para compor um todo orgânico (BRASIL, 2010, p. 2).

Esse Parecer CNE/CEB nº7/2010 reforça a necessidade de humanizar o ambiente escolar, de modo a proporcionar motivação para os alunos terminarem a educação básica até o ensino médio. É necessário manter a motivação e vínculos com os conhecimentos necessários à vida profissional, que em muitos casos pode começar ainda simultânea ao ensino médio.

Tal ação foi reforçada pela Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014, que aprovou o Plano Nacional de Educação (PNE) que estabelece metas para a educação nacional. Na Meta 3 do PNE, o Ensino Médio é mencionado:

Meta 3: universalizar, até 2016, o atendimento escolar para toda a população de 15 (quinze) a 17 (dezesete) anos e elevar, até o final do período de vigência deste PNE, a taxa líquida de matrículas no ensino médio para 85% (oitenta e cinco por cento) (BRASIL, 2014).

Nessa Meta para o Ensino Médio, o Plano Nacional de Educação (PNE) prevê 14 estratégias. Na primeira delas consta a busca de práticas pedagógicas interdisciplinares, mesclando:

[...] teoria e prática, de maneira flexível e diversificada os conteúdos disciplinares nas dimensões da ciência, trabalho, linguagens, tecnologia, cultura e esporte garantindo-se a aquisição de equipamentos e laboratórios, a produção de material didático específico, a formação continuada de professores e a articulação com instituições acadêmicas, esportivas e culturais (BRASIL, 2014).

Nas outras estratégias constam a universalização do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, a implantação da BNCC para o Ensino Médio, além de focar na garantia de acesso e matrícula nesse nível de ensino.

A Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, altera a Lei nº 9294/96. Em seu Art. 35-A constam as diferenciadas áreas do conhecimento em que a aprendizagem dos alunos no ensino médio deve ocorrer, segundo a Base Nacional Comum Curricular:

Art. 35-A -A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento:

I - linguagens e suas tecnologias;

II - matemática e suas tecnologias;

III - ciências da natureza e suas tecnologias;

IV - ciências humanas e sociais aplicadas (BRASIL, 2017).

Além disso, nesse mesmo Art. 35-A constam oito parágrafos que especificam mais precisamente como deve ficar o currículo desse nível de ensino. O § 1º estabelece que na parte diversificada dos currículos, a Base Nacional Comum Curricular deve estar harmonizada e “ser articulada a partir do contexto histórico, econômico, social, ambiental e cultural”. Em seu § 2º, determina que “A BNCC relativa ao Ensino Médio deverá incluir “obrigatoriamente estudos e práticas de educação física, arte, sociologia e filosofia” (BRASIL, 2017).

A matemática, foco deste estudo, é abordada no Art. 35-A, juntamente com o ensino de língua portuguesa no “§3º O ensino da língua portuguesa e da matemática será obrigatório nos três anos do ensino médio, assegurada às comunidades indígenas, também, a utilização das respectivas línguas maternas. Trata ainda da presença dos estudos de língua inglesa e estrangeiras nos currículos do ensino médio, a carga horária do ensino médio, dos padrões avaliativos, a formação dos alunos desse nível de ensino em uma “formação nos aspectos físicos, cognitivos e socioemocionais” (BRASIL, 2017). Em relação à formação do aluno do ensino médio para a vida em sociedade, a BNCC estabelece que:

[...] cabe às escolas de Ensino Médio contribuir para a formação de jovens críticos e autônomos, entendendo a crítica como a compreensão informada dos fenômenos naturais e culturais, e a autonomia como a capacidade de tomar decisões fundamentadas e responsáveis (BRASIL, 2017, p. 463).

E continua afirmando que as juventudes sempre devem ser acolhidas. Nos ambientes escolares devem ocorrer experiências e processos intencionais que propiciem aos jovens as aprendizagens necessárias e que as situações promovidas garantam o respeito aos seus direitos e a dignidade humana.

2.1.1.2 Ensino Médio na Base Nacional Comum Curricular

Em busca do movimento de integração curricular, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, homologada em 14 de dezembro de 2018, traz as seguintes áreas: Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física e Química); Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (História, Geografia, Sociologia e Filosofia); Matemática e suas Tecnologias (Matemática); e Linguagens e suas Tecnologias (Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa) (BRASIL, 2018), juntamente com as competências específicas e habilidades que devem ser atingidas pelos alunos nesse nível de ensino.

Mais especificamente, ao tratar a área de Matemática e suas Tecnologias, a BNCC propõe:

[...] a consolidação, a ampliação e o aprofundamento das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental. Para tanto, propõe colocar em jogo, de modo mais inter-relacionado, os conhecimentos já explorados na etapa anterior, a fim de possibilitar que os estudantes construam uma visão mais integrada da Matemática, ainda na perspectiva de sua aplicação à realidade (BRASIL, 2018).

Assim, de acordo com a BNCC para o Ensino Médio, deve-se dar continuidade às aprendizagens do Ensino Fundamental em matemática, tendo por objetivo construir:

[...] uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos. Conseqüentemente, quando a realidade é a referência, é preciso levar em conta as vivências cotidianas dos estudantes do Ensino Médio – impactados de diferentes maneiras pelos avanços tecnológicos, pelas exigências do mercado de trabalho, pelos projetos de bem viver dos seus povos, pela potencialidade das mídias sociais, entre outros (BRASIL, 2018, p. 528).

Destaca-se ainda a relevância de se utilizar os recursos tecnológicos digitais e aplicativos na investigação matemática e para a continuidade do desenvolvimento do pensamento computacional dos alunos. Desse modo, para que os propósitos para essa área sejam concretizados, os estudantes devem,

[...] desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas. Para tanto, eles devem mobilizar seu modo próprio de raciocinar, representar, comunicar, argumentar e, com base em discussões e validações

conjuntas, aprender conceitos e desenvolver representações e procedimentos cada vez mais sofisticados (BRASIL, 2018, p. 529).

Assim, há a necessidade do desenvolvimento de competências ligadas ao desenvolvimento de habilidades referentes à comunicação, argumentação consistente que justifique o raciocínio utilizado, e elaboração de registros sobre o objeto matemático.

A matemática também utiliza as competências de outras áreas do conhecimento de forma ampliar a abstração e a compreensão de fatos, ideias e conceitos, para depois haver a comunicação dos resultados encontrados. Após a resolução de problemas matemáticos, os alunos necessitam apresentar e justificar os resultados que encontraram, a interpretação que fizeram desses resultados e a interação e discussão com os colegas. Nesse cenário encontra-se a relevância da comunicação, momento no qual os alunos devem apresentar-se capazes de justificar as conclusões que tiraram não somente com “símbolos matemáticos e conectivos lógicos, mas também por meio da língua materna, realizando apresentações orais dos resultados e elaborando relatórios, entre outros registros” (BRASIL, 2018, p.529).

O desenvolvimento da competência de argumentação pressupõe também testar e formular conjecturas, apresentar justificativas, além das competências de raciocínio e representação. É no Ensino Médio que se faz a consolidação dos conhecimentos do Ensino Fundamental, fazendo com que o letramento matemático seja mais denso e eficiente, devido à ampliação das habilidades com mais ferramentas, de forma a compreender a realidade e propor intervenções para essa etapa. Assim sendo, de acordo com a BNCC para o Ensino Médio,

[...] na Matemática, o uso dos registros de representação e das diferentes linguagens é, muitas vezes, necessário para a compreensão, resolução e comunicação de resultados de uma atividade. Por sua vez, o trânsito entre os diversos registros de representação pode favorecer que os estudantes tenham maior flexibilidade e fluidez na área e, ainda, promover o desenvolvimento do raciocínio (BRASIL, 2018, p. 519).

No Ensino Médio, a área de Matemática e suas Tecnologias deve garantir aos alunos o desenvolvimento de competências específicas que considerem, além da cognição, atitudes que desenvolvam a autoestima, firmeza na busca de soluções e respeito às opiniões dos colegas e ao trabalho, realizando ações em

grupo. Dentro deste contexto, cada habilidade está associada a uma das competências, no entanto pode contribuir para o desenvolvimento de outras competências (BRASIL, 2018).

A BNCC traz competências matemáticas a serem desenvolvidas no Ensino Médio, quais sejam: a necessidade de se utilizar estratégias pedagógicas diversificadas para demonstração dos usos da matemática e seus campos de aplicação; incentivo à investigação e ao levantamento de hipóteses, padrões, em busca de soluções para os desafios sociais e humanos partindo da realidade dos alunos, buscando-se resolver (com ou sem tecnologia, utilizando método científico, experimentações, e argumentação consciente) situações de saúde, sustentabilidade, mercado de trabalho; desenvolvimento do letramento matemático para compreensão e representação de informações e dados (algébricos, geométricos, estatísticos, etc.) (BRASIL, 2018). No que tange a essas competências específicas a serem desenvolvidas pelos alunos do ensino médio na área de matemática e suas tecnologias, a BNCC (2018, p. 523) elenca os seguintes termos:

1. 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, divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.
2. Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.
3. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística –, 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.
4. Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático.
5. Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando recursos e estratégias como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.

Dessa forma, seu desenvolvimento gradual confere à Matemática o oferecimento de uma linguagem por meio da qual pessoas de diferentes áreas do conhecimento se comunicam com precisão. Observa-se assim que as normas curriculares trazidas pelo BNCC veem ao encontro do conceito de letramento matemático e interdisciplinaridade da disciplina de matemática com as demais disciplinas do currículo escolar.

2.2 MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: tecnologias e metodologias

A prova do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) aplicada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) avalia conhecimentos em Língua Materna, Ciências e Matemática a cada três (3) anos. Esse programa define o letramento matemático como a:

[...] capacidade de um indivíduo de formular, empregar e interpretar matemática em diversos contextos. Inclui raciocinar matematicamente e uso de conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticos para descrever, explicar e prever fenômenos. Ajuda os indivíduos a reconhecer o papel que a matemática desempenha no mundo e a tomar os julgamentos e decisões bem fundamentados necessários aos cidadãos construtivos, engajados e reflexivos (OCDE, 2013, p. 37).

Essa definição vem reafirmar a relevância da matemática. De acordo com esse documento da OCDE (2013), a vivência social estimula o uso mais amplo da alfabetização matemática para a descrição, explicação e prevenção de fenômenos de vários tipos, fatos que demandam compreensão e tomada de decisões com maiores ou menores graus de dificuldades e relações a serem feitas. O objetivo do PISA é buscar superar apenas o uso do conhecimento matemático clássico, mas explorar o letramento matemático, ou seja, a apropriação e a aplicação desses conceitos na resolução de problemas pessoais e do mercado de trabalho, o que vai na direção de valorização do aluno não apenas pelos conhecimentos matemáticos adquiridos, mas por saber aplicar esses conhecimentos.

Nesse documento estão previstas categorias a serem trabalhadas na disciplina matemática:

- a) Categoria de contexto – está vinculada aos aspectos: pessoal (vida e família), social (comunidade), ocupacional (mundo do trabalho) e científico (ciência e tecnologia).
- b) Categoria de conteúdo – está ligada à quantificação (contagem, tamanho, magnitudes), incertezas e dados (variabilidade das informações e tratamento de dados – informações), probabilidade e estatística (variabilidade dos dados e cálculo de probabilidades com influência positiva ou negativa), espaço e forma (padrões e propriedades de objetos e espaços aplicando a geometria).
- c) Categoria processo – está ligada a ações como formular, empregar e interpretar, na contextualização de problemas sociais com utilização das ferramentas matemáticas e suas tecnologias (simplificando, ampliando, transformando) em busca de resultados razoáveis dentro do contexto de estudo e do mundo real.

Tratando das aplicações de conceitos matemáticos, Barbosa e Nogueira (2014) evidenciam que para a aprendizagem matemática ser efetiva, é preciso a interação com as demais disciplinas por meio de projetos interdisciplinares que possibilitem ao aluno a compreensão dessas aplicações em outros campos do conhecimento, ou seja, não é um conhecimento isolado. Para esses autores, o ensino dessa disciplina

[...] não deve se limitar às ações mecânicas de memorização, decodificação de gráficos e fórmulas. Cabe ao professor incentivar o aluno a trazer problemas reais para serem estudados, refletidos e terem as soluções encontradas de forma criativa e compartilhada (BARBOSA; NOGUEIRA, 2014, p. 4).

Esse papel do professor é fundamental no processo de ensino e de aprendizagem, sendo de suma importância a sua compreensão quanto à educação e contextualização dos conceitos estudados, para que se compreenda a complexidade da formação dos alunos. Assim, ao docente cabe capacitar seus educandos com estratégias de aprendizagem que possam ser utilizadas na escolarização com vistas à uma formação para a vida profissional. De acordo com Moreira (2014), o educador também necessita ter uma formação científica, ética e transformadora acerca dos conteúdos, buscando aproximar sempre o que

se diz do que se faz, permitindo a interação do aluno na construção do conhecimento, pois o professor não é o detentor do saber.

Nas aulas, os docentes desempenham um papel de mediadores com a capacidade de influenciar os estudantes para que se interessem pelas aulas, tenham mais atenção, desenvolvam a capacidade de pensar e criticar e apresentem bons resultados escolares e comportamentais. E nas aulas de matemática não é diferente, pois seu ensino vai além de se ensinar as quatro operações básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão.

No que tange às metodologias de ensino de matemática, no entender de Borba, Domingues e Lacerda (2015), muitos professores vêm utilizando ferramentas didáticas no intuito de tornar suas aulas mais atrativas, como por exemplo: objetos para manipulação dos alunos, jogos matemáticos, computadores, modelagem matemática.

São recursos usados para que os alunos possam reformular alguns conhecimentos matemáticos já adquiridos ou mesmo abordar temas ainda não explorados, de modo a permitir-lhes a interação e a construção do conhecimento. Em situações lúdicas, pode-se estimular a aprendizagem do aluno, para que esta possa acontecer de forma prazerosa e significativa. Pode possibilitar aos alunos desenvolverem habilidades de resolução de problemas, planos de ação para atingir seus objetivos, e desta forma compreenderem os conceitos fundamentais da disciplina e suas aplicabilidades (BOERI; VIONE, 2009).

A disciplina Matemática possui o estigma de ser uma matéria que os alunos não gostam e apresentam dificuldades, de forma que os professores encontram problemas para conduzir os processos de ensino e de aprendizagem de modo que os alunos compreendam. Dessa forma, foi sempre considerada uma disciplina complexa e reprovadora. Partindo desta premissa e dos estudos dos resultados das provas do SAEB e do PISA, as dificuldades no aprendizado da Matemática foram objeto de estudo de Pacheco e Andreis (2018). Para estes, há uma frustração tanto por parte do professor quanto por parte dos alunos.

Esses autores observaram as dificuldades no aprendizado da matemática, dentre as quais se nota a necessidade de ações mais atuantes do professor nas séries iniciais, não apenas na língua portuguesa, mas também no letramento matemático. Além disso, evidenciaram que a formação em

multiplataforma (multidisciplinar) acaba por incorrer em erros conceituais difíceis de serem contornados mais adiante pelos alunos.

Pacheco e Andreis (2018) mencionam que as dificuldades no aprendizado da Matemática têm como um dos fatores a omissão das famílias responsáveis pelos alunos na sua vida escolar, o que acaba deixando a função de educar somente a cargo das escolas, contribuindo na falta de estímulo dos alunos para o aprendizado matemático. Tratando de entraves para a aprendizagem matemática, citaram a utilização de metodologias em que o aluno não tem papel ativo, e exemplos de atividades desvinculadas da realidade dos alunos para o estudo de conteúdos matemáticos, e afirmam que a formação docente não os prepara para que possam utilizar metodologias que possibilitem aulas de matemática mais atrativas aos alunos.

Complementando, Pacheco e Andreis (2018) apresentaram que entre as dificuldades dos alunos em matemática estão a falta de compreensão de conteúdos de base, o esquecimento de conteúdos estudados anteriormente (o que pode ser atribuído à fragmentação de conteúdos), dificuldades de concentração e dificuldades de interpretação. Em relação aos professores, apontaram a importância da educação continuada, de relacionarem mais a matemática do cotidiano e a matemática ensinada nas aulas e de ampliação do conhecimento acerca da realidade dos alunos.

Observa-se que esses estudos mostram a preocupação dos envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem matemática com uma formação dos alunos que lhes propicie autonomia para a aplicação dos conceitos matemáticos, o que vem ao encontro do que a BNCC (2018, p. 522) define como letramento matemático:

[...] competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas. O letramento deve também assegurar que todos os estudantes reconheçam que os conhecimentos matemáticos são fundamentais para compreender e atuar no mundo e para que também percebam o caráter de jogo intelectual da Matemática, como aspecto que favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, estimula a investigação e que pode também ser prazeroso (fruição).

A “percepção da unidade da Matemática, além da diversidade de suas práticas, serve também para mostrar que o desenvolvimento da disciplina é fruto

da experiência humana ao longo da história” (BRASIL, 2018, p. 522). De acordo com a BNCC para o ensino médio (2018), o currículo para o ensino médio é um todo conectado, principalmente ligado à realidade do aluno e ao desenvolvimento de competências específicas dos jovens em relação ao cognitivo, a autoestima, a perseverança, ao respeito aos colegas, a empatia e a capacidade de realização de atividades cooperativas e colaborativas.

Em relação à integração da matemática e seus diferentes campos, a BNCC (2018, p. 520) na área de Matemática evidencia:

No Ensino Médio, esses diferentes campos da Matemática são integrados de forma ainda mais consistente. Para tanto, são definidos, nessa etapa, um conjunto de pares de ideias fundamentais que produzem articulações entre os vários campos – Aritmética, Álgebra, Geometria, Probabilidade e Estatística, Grandezas e Medidas – e que são importantes para o desenvolvimento do pensamento matemático. Estes são os pares de ideias fundamentais adotados: variação e constância; certeza e incerteza; movimento e posição; relações e inter-relações.

As ações previstas na BNCC que visam à uma renovação do Ensino Médio, a transformação da escola num espaço mais acolhedor e fomentador de competências a serem utilizadas na vida em sua forma holística (ciência, trabalho, cultura, tecnologia), pode garantir aos alunos e professores mecanismos de sucesso no mundo cotidiano. Trata-se, portanto, de união em prol de transformações nos modos de fazer e estudar matemática nas escolas, ações que podem propiciar metodologias de ensino e aprendizagem da matemática no Ensino Médio, que possibilitem formas integradoras e alinhadas com as realidades sociais, em uma perspectiva do aprendizado pela convivência, pelo compartilhamento e pela busca de soluções para os problemas enfrentados na educação brasileira.

E o que se pode dizer é que uma das perspectivas metodológicas apresentadas para o ensino da matemática no sentido de uma formação do aluno para a vida tem sido a modelagem matemática, conforme já referido anteriormente.

2.2.1 Modelagem Matemática

A modelagem matemática surgiu da necessidade de tornar a matemática clássica ensinada na sala de aula mais acessível para os alunos, uma

matemática aplicada na resolução de problemas reais, ou seja, uma matemática mais prática, motivo de diferenciados movimentos em favor de sua modernização registrados na história. Para compreender seu surgimento é preciso retornar ao início do século XXI.

Desde esse período, é possível constatar que as metodologias de ensino dessa disciplina já se encontravam em um processo de aprimoramento, e a aprendizagem não era tida apenas como um processo de transmissão e recepção de informações, mas como construção de saberes oriundos da estimulação e participação dos alunos (BOERI; VIONE, 2009). De acordo com Fiorentini (1995), os objetivos de modernizar o ensino de matemática impulsionaram seis movimentos filosóficos teóricos: construtivista e socio etnocultural, formalista moderna, formalista clássica e empírico-ativista, tecnicista. De acordo com palavras de Carvalho (2010), em cada uma dessas tendências esse autor identificou:

[...] a concepção de matemática; a concepção do modo como se processa a produção do conhecimento matemático; os fins e os valores atribuídos ao ensino de matemática; as concepções de ensino e de aprendizagem; a cosmovisão (visão de mundo) subjacente; a proposta de relação professor/aluno; e a perspectiva de estudo/pesquisa visando à melhoria do ensino da Matemática.

Assim, ao conhecer as características específicas dessas tendências, nota-se que não ocorrem em períodos delimitados, pois umas se entrecruzam com as outras. Com base em Carvalho (2010) essas tendências podem ser assim especificadas:

- formalista clássica – ênfase nos conteúdos, estruturados, enciclopédicos, ensino livresco centrado no professor e aluno passivo;
- empírico-ativista- surge no Brasil a partir da década de 1920– ênfase no aprender por meio de materiais lúdicos, jogos com observação e manipulação e pelos sentidos, o aluno tem papel ativo e o professor orienta uma aprendizagem pelo interesse dos alunos a partir do mundo real;
- formalista moderna – prioridade da formação do matemático, com o formato anterior; ensino centrado no professor e o aluno considerado passivo com ênfase na memorização;

- tecnicista – inicia em finais da década de 1960- ênfase no uso dos livros didáticos, no planejamento, organização e técnicas de aprendizagem, no rigor e no formalismo;
- construtivismo – a partir da década de 1980- foco no aluno como objeto central da aprendizagem e respeito ao conhecimento tácito trazido e praticado pelo estudante e sua família, a aprendizagem se dava pela ação interativa do homem com o meio ambiente por meio de atividades;
- tendência socioetnocultural – possui uma “visão de matemática – e de Educação Matemática – de feição antropológica, social e política, e estas áreas de conhecimento passam a ser vistas como atividades humanas, determinadas socioculturalmente pelo contexto em que são realizadas”. Emerge aí a Etnomatemática, cunhada pelo prof. Dr. Ubiratan D’Ambrosio, que veio fundamentar estudos nesta tendência. Os métodos de ensino são a problematização e a modelagem matemática (CARVALHO, 2010, p. 2).

Cada um desses movimentos sofreu influência de fatores políticos econômicos e sociais contemporâneos à época que ocorreram. Um objetivo sempre central e comum a esses movimentos foi a modernização do ensino da matemática, de modo a contribuir com a formação dos alunos e com o desenvolvimento do país.

Nesse cenário, a modelagem matemática no Brasil foi introduzida por um grupo de professores do Instituto de Matemática, Estatística e Ciências da Computação (IMECC), da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, na década de 1980, na forma de cursos de especialização (PEREIRA, 2017). De acordo com Burak (2004) e Biembengut e Hein (2010), muitos professores de matemática admitiram a modelagem matemática como uma ferramenta capaz de mostrar aos alunos a aproximação da matemática no cotidiano, e quão importante é o seu aprendizado para a compreensão da relação entre os conceitos estudados nessa disciplina e os fenômenos corriqueiros vivenciados.

A modelagem matemática pode proporcionar motivação ao professor e aos alunos para a construção de um ambiente propício ao aprendizado, posto que possibilita a resolução de problemas do cotidiano por meio de conceitos matemáticos. Além disso, promove uma aproximação da teoria e da prática, em

uma postura interdisciplinar (GOULART, 2015). A modelagem Matemática é vista por Biembengut e Hein (2009) em 3 etapas:

Etapa 1 – INTERAÇÃO – contato primário entre os alunos e a situação problema, o que envolve maior estudo da situação para levantamento de informações para familiarização com o tema.

Etapa 2 – MATEMATIZAÇÃO – delimitação do problema, levantamento das hipóteses, construção de um modelo matemático (expressões algébricas, fórmulas, gráficos, tabelas).

Etapa 3 – CONSTRUÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO – validação do modelo construído na etapa 2, validando-o, corrigindo-o, aprimorando-o, ou retornando à 2 etapa para revisão do modelo, até chegar a um modelo que atenda às necessidades daquela situação a ser resolvida (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 34).

Pesquisas em modelagem matemática efetuadas por Biembengut (2015) incentivaram a verificação de vantagens dessa metodologia de ensino para a aprendizagem dos alunos envolvidos em todos os níveis de escolaridade. A autora sustenta que os pesquisadores da educação continuem a investigar processos e métodos que possam instigar os educadores a buscarem novos caminhos referentes às práticas pedagógicas, incorporando recursos pedagógicos que auxiliem em mudanças significativas na formação dos estudantes.

Acredita-se que a utilização da modelagem matemática possa ser um facilitador de aprendizagem dos alunos, e despertar neles um maior interesse pela disciplina quando comparado ao modelo tradicional de ensino. Segundo Bassanezi (2002, p. 24), a Modelagem Matemática é:

[...] um processo dinâmico para a obtenção e validação de modelos⁴ matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.

No mesmo estudo, o autor apresenta que a modelagem matemática de uma situação ou problema real segue a uma sequência de etapas:

Experimentação – é uma atividade essencialmente laboratorial onde se processa a obtenção dos dados;

⁴ Sobre modelos, Biembengut e Hein (2003) afirmam que modelos são mecanismos de abstração que utilizamos para relacionar situações novas com situações já conhecidas, partindo daí as deduções. Que os modelos podem ser explicativos, pedagógicos, heurísticos, artísticos, literários, de moda; desde que atendam a necessidade de fornecer um conhecimento prévio sobre determinado tema ou problema.

Abstração – é o procedimento que deve levar à formulação dos Modelos Matemáticos, seleção das variáveis, formulação de um problema; formulação de hipóteses;

Resolução – o modelo matemático é obtido quando se substitui a linguagem natural das hipóteses por uma linguagem matemática coerente;

Validação – é o processo de aceitação ou não do modelo proposto. A interpretação dos resultados obtidos através dos modelos pode ser feita com o uso de gráficos das soluções que facilita avaliar as previsões;

Modificação – Alguns fatores ligados ao problema original podem provocar a rejeição ou aceitação dos modelos.
(BASSANEZI, 2002)

Para esse autor, a modelagem matemática é considerada um componente essencial da construção do cognitivo do aluno. Ou seja, frente à situação problema inicial, o primeiro e fundamental passo cognitivo do modelador é a representação mental (a construção de um modelo mental dessa situação) e essa representação mental é uma estruturação analógica da situação. A modelagem está presente na construção de teorias científicas, principalmente as físicas. Assim sendo, como possibilidades da modelagem matemática está a valorização do “aprender a fazer”, de forma a desenvolver nos alunos as capacidades e competências críticas e avaliativas diante de diferentes contextos e aplicações, a partir do estudo do problema em si, e das suas diferentes variáveis (BASSANEZI, 2002).

Divergentes nas atuações, Biembengut, que trata da modelagem matemática voltada para o aprendiz – o aluno, e Bassanezi (voltada para a formação dos professores), convergem para uma Modelagem Matemática necessária no ambiente escolar, quando incentivam o aluno a buscar o entendimento de problemas comuns da comunidade. Esta busca gera novos conhecimentos, não só matemáticos, mas também de outras disciplinas, mobilizando a comunidade escolar (professores e alunos) a criarem estratégias de reflexão e resolução de problemas a serem resolvidos. De acordo com Bassanezi (2002, p. 36),

[...] no processo evolutivo da Educação Matemática, a inclusão de aspectos de aplicações e mais recentemente, resolução de problemas e modelagem, têm sido defendidas por várias pessoas envolvidas com o ensino de matemática. Isto significa, entre outras coisas, que a matéria deve ser ensinada de um modo significativo matematicamente, considerando as próprias realidades do sistema educacional.

Esse autor ainda apresenta seis argumentos em favor da inclusão da modelagem matemática no ensino dessa disciplina:

1. Argumento formativo – enfatiza aplicações matemáticas e a performance da modelagem matemática e resolução de problemas como processos para desenvolver capacidade em geral e atitudes dos estudantes, tornando-os explorativos, criativos e habilidosos na resolução de problemas.

2. Argumento de competência crítica – focaliza a preparação dos estudantes para a vida real como cidadãos atuantes na sociedade, competentes para ver e formar juízos próprios, reconhecer e entender exemplos representativos de aplicações de conceitos matemáticos.

3. Argumento de utilidade – enfatiza que a instrução matemática pode preparar o estudante para utilizar a matemática como ferramenta para resolver problemas em diferentes situações e áreas.

4. Argumento intrínseco – considera que a inclusão de modelagem, resolução de problemas e aplicações fornecem ao estudante um rico arsenal para entender e interpretar a própria matemática em todas suas facetas.

5. Argumento de aprendizagem – garante que os processos aplicativos facilitam ao estudante compreender melhor os argumentos matemáticos, guardar os conceitos e os resultados, e valorizar a própria matemática.

6. Argumento de alternativa epistemológica – A modelagem também se encaixa no Programa Etnomatemática, indicado por D'Ambrosio [...] como uma metodologia alternativa mais adequada às diversas realidades socioculturais (BASSANEZI, 2002, p. 36).

A modelagem matemática pode ser uma metodologia promissora para suavizar a mudança de séries, quando os alunos precisam se acostumar com novos professores, novas exigências e rotinas diferentes. Para Roque (2007), o estudante poderá analisar a realidade e traduzi-la de acordo com sua própria percepção. A ponte que a modelagem matemática é capaz de criar entre a teoria e o cotidiano é capaz de moldar um ser humano consciente de seus direitos e deveres, confiante para agir e discutir sobre os problemas de seu universo.

A modelagem permite que o aluno saia da monotonia causada pela sala de aula e se veja em situações reais que se pode aprender e despertar seu interesse e curiosidade, estimulando sua imaginação para resolver problemas para os quais não enxergava saídas, quando expostos no papel (ROQUE, 2007). Ainda, segundo esse autor, a modelagem matemática permite o ensino da disciplina em todas suas variantes, portanto, é de fundamental importância o emprego dessa metodologia na formação de professores, pois permite resolver problemas reais a partir de teorias matemáticas.

A modelagem matemática veio como uma demanda de alunos e professores diante das mudanças da sociedade, em prol de uma matemática mais prática, objetivada com as questões sociais e da rotina das pessoas. Bassanezi (2015) questiona e explica como se deve dar o ensino utilizando-se a modelagem matemática: “porque há sempre um assunto escolhido, quando os temas são diversificados? Os estudantes devem trabalhar em pequenos grupos com problemas específicos do tema comum ao grupo” (BASSANEZI, 2015, p. 24).

Pode-se observar que as possibilidades do trabalho com a Modelagem Matemática, são inúmeras. Com essa metodologia, um grande tema pode e deve ser desdobrado em situações problema menores, mais fáceis de serem interpretados pelos alunos, em prol do conhecimento de um problema maior, aparentemente sem solução. Nesse sentido, a construção colaborativa de conhecimento é benéfica para toda a comunidade escolar. Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) afirmam que a modelagem matemática precisa ser flexível, rompendo o conceito de que professor ensina e aluno aprende, fazendo com que o aluno seja protagonista nesta busca pelo conhecimento, de forma interativa e cooperativa com os professores e com os alunos.

No ensino tradicional, segundo Bassanezzi (2015), os objetivos dos estudos estão sempre bem delineados, acompanhando uma sequência previamente determinada, com o foco de cumprir o currículo da disciplina. Para esse autor, ensinar a pensar matematicamente vai muito além disso, sendo necessário modificar os métodos de ensino por meio de utilização de processos alternativos para a construção dos conhecimentos. O autor alerta sobre a adaptação aleatória da modelagem matemática no ensino, e explica como deve-se proceder para que contribua no estudo de um fenômeno:

A modelagem não deve ser utilizada como uma panaceia descritiva adaptada a qualquer situação da realidade – como o que aconteceu com a teoria dos conjuntos. Em muitos casos, a introdução de um simbolismo matemático exagerado pode ser mais destrutiva que esclarecedor. O conteúdo e a linguagem matemática utilizados devem ser equilibrados e circunscritos tanto ao tipo de problema como ao objetivo que se propõem alcançar. Salientamos que, mesmo numa situação de pesquisa, a modelagem matemática tem várias restrições e seu uso é adequado se de fato contribuir para o desenvolvimento e compreensão do fenômeno analisado (BASSANEZI, 2015, p. 25).

Estes alertas do autor levam em consideração a função social da disciplina de matemática, pois o conhecimento precisa ser mostrado de forma prática, e a matemática não deve ser entendida pelos alunos como um universo separado de tudo que estudam, e sim como uma disciplina que tem relação com as outras disciplinas e com a realidade diária das pessoas. Assim, a interdisciplinaridade da matemática é necessária para a formação de cidadãos plenos, que sejam capazes de reconhecer aumentos nas contas de água ou energia elétrica, de escolher a quantidade certa de alimentos a serem levados para suas residências, de analisar criticamente os gráficos de venda de um produto ou de crescimento de popularidade de um candidato em épocas eleitorais, por exemplo (BASSANEZI, 2015).

2.2.2 Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais

Enquanto os autores registrados até o momento trabalham com a dualidade causa-efeito / realidade-problema, Dalla Vecchia e Maltempo (2012) ampliam a discussão para causa material / causa formal / causa eficiente e causa final – em contrapartida ao atual, ao virtual, ao real e ao possível. Dentro desta nova perspectiva, muitas situações problema perdem seus efeitos, pois são virtualizadas pelo uso de ferramentas tecnológicas (celulares, calculadores, realidade virtual), ao passo que novas questões precisam ser levantadas sempre que alguma ação altere a realidade/virtualidade.

Dalla Vecchia e Maltempo (2012) ampliaram o estudo da modelagem matemática e discutiram a relação realidade-problema e o uso das tecnologias. Os autores colocam a Modelagem Matemática como um modelo de resolução de problemas a ser implantado, mas também apontam a necessidade de se discutir também os efeitos das tecnologias e da nova realidade trazida pelo uso delas. O mundo cibernético e suas ferramentas trazem consigo novos conceitos como: hiper-realidade, realidade virtual, realidade física etc. Nesse cenário, a metodologia da Modelagem Matemática possibilita uma percepção que a situação problema é um problema inacabado, mesmo que uma solução provisória tenha sido encontrada.

O uso das técnicas de modelagem matemática permite experiências e testes dentro dos ambientes virtuais de realidade ampliada, o que tornará o

processo de aprendizado ainda mais fluído, dinâmico e rico (DALLA VECHIA; MALTEMPI, 2012). Mais que a virtualização das situações-problema, e a utilização da virtualização (tempo-espço), os autores buscaram demonstrar que mesmo com a utilização de programas para cálculos mais rápidos, precisa-se privilegiar a reflexão das mudanças que aconteceram em cada passo, levando a uma lógica matemática mais rápida e expressiva.

Silva, Barone e Basso (2016) também investigaram a Modelagem Matemática e a utilização de TDIC como complemento pedagógico. Registraram a proposição de uma atividade a salas com mesma faixa etária, sendo que uma turma a resolveu com lápis-caderno, e a outra usou o laboratório de informática. Ambas as salas realizaram a atividade, mas onde se pode utilizar o laboratório houve mais envolvimento e motivação, pois os resultados esperados eram imediatamente visualizados

Borssoi (2013) enumera sugestões de como as aulas devem ser planejadas envolvendo modelagem matemática e tecnologias digitais:

- a) atividades de crescente dificuldade, de modo que o aluno possa ir superando-se a cada descoberta;
- b) atribuição de responsabilidade de busca e pesquisa, atribuindo valor ao conhecimento a ser adquirido;
- c) promover trabalho colaborativo entre os alunos e entre professores e alunos;
- d) reflexão da tecnologia (computador, tablete, celular) como ferramenta de pesquisa, e o colega/professor como parceiro intelectual;
- e) Promover avaliação formativa em cada fase do trabalho a ser desenvolvido.

Borssoi e Almeida (2013) referem que ao mesmo tempo em que a modelagem matemática possibilita aos alunos enfrentarem situações problema genuínas e que consideram alguma experiência já adquirida, também objetiva desenvolver uma infraestrutura intelectual nos alunos de forma que consigam utilizar os conhecimentos matemáticos já construídos para resolver as novas situações problema no interior da escola e fora dela. Para tanto, admitem ser necessário que haja a introdução da modelagem matemática nos currículos

escolares, possibilitando, assim, tratar conteúdos curriculares e resolução de problemas com vistas a atingir objetivos educacionais complementares. Assim,

[...] em algumas situações abordadas por meio da modelagem, os alunos se deparam diante de um obstáculo para o qual não possuem, provisoriamente, conhecimentos suficientes para superá-lo, emergindo assim a necessidade de construir esse conhecimento por meio dessa atividade. Logo, em modelagem, os alunos tanto ressignificam conceitos já construídos quanto constroem outros diante da necessidade de seu uso (BORSSOI; ALMEIDA, 2013, p. 485).

Nessa direção, a modelagem matemática possibilita aos alunos a construção e ressignificação dos conhecimentos durante a realização das atividades, como buscar as informações; identificar e selecionar variáveis; elaborar hipóteses; simplificar; transitar entre diferentes linguagens; mobilizar conhecimentos prévios; utilizar técnicas ou procedimentos matemáticos; comparar e distinguir ideias; generalizar os fatos; articular conhecimentos de diversas áreas; argumentar para expor os resultados do desenvolvimento da atividade para outros, ações que, de um modo geral, fundamentam a construção de um modelo matemático (BORSSOI; ALMEIDA, 2013).

Observa-se que Dalla Vechia e Maltempo (2012), Silva, Barone e Basso (2016) e Borssoi (2013) citaram também a importância da capacitação do professor não só na modelagem matemática, mas também na utilização das TIC de forma eficiente e criativa. Utilizar a modelagem matemática implica nas trocas de papéis entre professor (aquele que ensina) e aluno (aquele que aprende), sendo importante a interação no ato de ensinar-aprender:

A matemática enquanto objeto de estudo pode ser aplicada em qualquer área do conhecimento, pois não tem um fim em si só. Para Borssoi e Almeida (2013) a modelagem matemática possibilita construções e representações de fenômenos vivenciados por parte das pessoas e desse modo pode subsidiar conjecturas, inferências, e muitas outras habilidades cognitivas relevantes para a aprendizagem de um conceito estudado. Possibilita a construção do conhecimento matemático objetivado e socialmente útil a serviço de uma educação que forme os alunos para atuarem com autonomia.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Esta seção apresenta o percurso metodológico desta pesquisa qualitativa e bibliográfica, definindo-se como um estado do conhecimento. A pesquisa qualitativa, de acordo com Minayo (1994), pode conter transcrições de diálogos, relatos, testemunhas, depoimentos, em que o pesquisador volta-se para o processo pelo qual o problema se apresenta. Esse tipo de estudo traz a lógica interna, cabendo ao pesquisador externalizar esta lógica, de modo a relacioná-la aos universos possíveis de atitudes, crenças, valores, motivações na busca de conceitos e novas definições.

Consiste em um estado do conhecimento por considerar analisar estudos já realizados sobre a temática em questão. Esse tipo de estudo, o “estado do conhecimento”, segundo Romanowski e Ens (2006), é definido como um desdobramento do “estado da arte”, posto que aborda apenas um setor de publicações, neste estudo abrange artigos e dissertações publicadas no período compreendido entre 2014 e 2019.

Para Romanowski e Ens (2006), estudos denominados como “estado da arte” são mais amplos, pois têm como objetivo a sistematização de dados de uma área do conhecimento, de forma a verificar a amplitude de sua produção. Recebem esta denominação quando compreendem toda uma área do conhecimento, nos seus mais diferentes aspectos. Para tanto, é necessário analisar na íntegra não somente dissertações, como também produções em congressos na área e em publicações em periódicos e livros da área.

Quando um estudo trata de apenas um setor das publicações, ou seja, não abrange a totalidade de produções sobre o tema é denominado “estado do conhecimento”. Neste caso, também trazem contribuições, pois revelam “tendências teóricas de um período; situam as discussões de um determinado setor de pesquisa; evidenciam lacunas, práticas e experimentos científicos” (GEGLIO, 2016, p. 55). Vale ainda enfatizar que o processo de construção de uma pesquisa “estado da arte” ou “estado do conhecimento” e suas derivações, nunca termina:

[...] as pesquisas sobre o Estado da Arte ou do Conhecimento estão sempre inconclusas, uma vez que não podem ser finitas (ter término), levando-se em consideração, principalmente, o movimento ininterrupto da ciência, que se vai construindo ao longo do tempo, privilegiando,

ora um aspecto, ora outro, em constante movimento. E nesse interlúdio, os conceitos sofrem mutações, devido às intervenções do próprio conceito de campo e, conseqüentemente, dos autores nele inseridos (TEIXEIRA, 2006, p. 63).

Apesar dos trabalhos de estado da arte serem amplamente visados, segundo Megid (1999) eles apresentam limitações, isso se deve a autores que nem sempre leem os textos na íntegra, procurando por resumos que muitas vezes são mal escritos e não divulgam os resultados importantes para contribuição das pesquisas. Além disso, as pesquisas para encontrar todos os trabalhos sobre o assunto se limitam a palavras-chaves, mas alguns trabalhos que apresentam a essência do tema desejado não contêm essas palavras explícitas no título, sendo “preciso ter o texto original da tese ou dissertação disponível para leitura e consulta” (MEGID, 1999, p. 45).

Considerando esses pressupostos, realizou-se uma busca de produções científicas publicadas no período de 2014 a 2019, que abordam a modelagem matemática e sua aplicação na educação e pesquisa educacional.

3.1 BUSCA DAS INVESTIGAÇÕES ANALISADAS

A evolução tecnológica com a disponibilização de diferenciadas ferramentas veio ampliar significativamente o acesso dos pesquisadores às fontes de pesquisa, facilitando as atividades em novas perspectivas. Para Santos e Flores (2016), a “popularização do acesso à internet” e o desenvolvimento dessas ferramentas vieram impulsionar o alargamento do campo de pesquisa pelos meios digitais. Dessa forma, por meio desses recursos, foi feita a busca respectiva de teses e dissertações no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES⁵, e de artigos nas seguintes bases: Portal de Periódicos CAPES/MEC⁶ e Scientific Electronic Library Online (SciELO)⁷.

No Catálogo de Teses e Dissertações Capes com o descritor "modelagem matemática no ensino médio" retornaram 13 resultados, todas dissertações de mestrado, não constando nenhuma tese de doutorado. Em um primeiro momento realizou-se a leitura dos títulos e resumos de todas essas dissertações, e não

⁵ (Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>).

⁶ (Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>).

⁷ (Disponível em: <https://www.scielo.org>).

foram admitidas aquelas que não estavam de acordo com os objetivos deste estudo. Dessa forma, ficaram 9 dissertações de mestrado acadêmico em Ciências e Matemática, mestrado acadêmico em Educação Matemática, mestrado profissional em Ensino Científico e Tecnológico, mestrado profissional em Matemática em Rede Nacional e mestrado profissional em Matemática, Mestrado em Ensino de Matemática, defendidas nos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2019.

Como complemento, realizou-se uma busca em outras duas bases. No Portal de Periódicos Capes também com o descritor "modelagem matemática no ensino médio" retornaram 6 resultados, dos quais apenas dois (2) artigos foram considerados para este estudo. Isto porque um artigo é resultado de uma das dissertações que já foi admitida para análise nesta investigação, e os demais não estão em acordo aos objetivos deste estudo. A base *Scielo*, com o descritor "modelagem matemática no ensino médio", não retornou nenhum resultado, e com os descritores "modelagem matemática" e "ensino médio" retornaram três resultados, dos quais apenas um artigo atende aos requisitos desta pesquisa. Uma busca no Google Acadêmico retornou como resultado dois (2) artigos que foram também inseridos neste estudo.

Baseado em estudos da literatura sobre modelagem matemática no ensino médio, esta pesquisa pode auxiliar outros pesquisadores. Conforme Romanowski e Ens (2006, p. 39) esse tipo de estado do conhecimento pode auxiliar outros estudiosos a acompanhar “transformações e inovações que buscam tornar os campos da educação e seus profissionais cada vez mais competentes para atender, com propriedade, aos anseios daqueles que vêm conquistando o direito à educação”. Esse tipo de estudo pode “significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento”, bem como mostrar contribuições das investigações já realizadas na constituição de propostas para a área, neste estudo, a Educação.

Com o estado do conhecimento aqui proposto, pretende-se contribuir com professores e pesquisadores sobre a modelagem matemática em aulas do ensino médio, uma metodologia de ensino da matemática que pode auxiliar a aprendizagem e ensino da matemática de maneira a ampliar a compreensão dos alunos.

4 AS INVESTIGAÇÕES SELECIONADAS

A realização do estado do conhecimento de investigações que abordam o uso da modelagem matemática no ensino médio foi fundamentada na relevância atribuída a essa metodologia nas aulas. No estudo dos conceitos matemáticos, a modelagem pode ser compreendida como uma maneira de traduzir o conhecimento matemático, pois, no meio escolar, na maioria das vezes, esse conhecimento é estudado por meio de aulas expositivas sobre os algoritmos, desvinculadas da realidade, e assim, acaba sendo uma área em que os alunos apresentam dificuldades de compreensão. Para Bassanezi (2015), o uso da modelagem matemática vem valorizar a participação dos alunos nas aulas, os conhecimentos já existentes, e desenvolve a capacidade desses estudantes em avaliar como se dá a construção do conhecimento matemático com base em aplicações desses conceitos de forma contextualizada, a partir de situações que lhes são conhecidas em seu ambiente.

Para Bassanezi (2010), trata-se de uma metodologia que possibilita aos alunos analisarem uma situação real, de forma científica, com um ponto de vista mais abrangente e crítico, o que é fundamental para a construção da habilidade de argumentação, com uma linguagem adequada que promova o desenvolvimento do pensamento matemático. E conforme defende Biembengut (2014), a modelagem matemática pode ser vista como uma proposta de resolver problemas relacionados a diferentes situações da vivência do ser humano. Desse modo, o objetivo desta dissertação é investigar como se dá a presença da modelagem matemática no processo educativo do ensino médio com base em dissertações e artigos sobre esse tema, de forma a contribuir com a inovação nos métodos de ensino dessa disciplina.

Para melhor visualização das dissertações selecionadas para análise nesta investigação, que de algum modo abordam a matemática no ensino médio utilizando a modelagem matemática, elaborou-se o Quadro 1, que mostra os títulos, os respectivos autores, os anos de publicação e os endereços eletrônicos.

Quadro 1 - Dissertações selecionadas para as análises

Autor (Ano)	Títulos	Disponível em:
Brumano (2014)	<i>A modelagem matemática como um recurso para o estudo da análise combinatória</i>	http://www.ufjf.br/mestradoedumat/files/2011/05/DISSERTA%C3%87%C3%83O-CLEUZA.pdf
Grams (2014)	<i>Modelagem matemática no ensino médio: percepção matemática por meio da música</i>	http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/6718/1/000459264-Texto%2bCompleto-0.pdf
Santos (2014)	<i>O uso da modelagem para o ensino da função seno no ensino médio</i>	https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/11014/1/Ricardo%20Ferreira%20dos%20Santos.pdf
Costa (2015)	<i>A modelagem matemática no ensino médio: uma proposta para problematizar o tema fabricação refrigerantes</i>	https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2399454
Pereira (2015)	<i>Modelagem matemática no ensino médio: aplicações do modelo de Malthus</i>	https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/4581/4/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Tacilene%20C.%20Pereira.pdf
Faquini Helena (2016)	<i>Modelagem matemática no ensino médio: uma abordagem para o ensino de funções exponenciais e logarítmicas.</i>	https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143851/helena_aff_me_rcla.pdf?sequence=3&isAllowed=y
Vasconcelos (2016)	<i>Modelagem matemática no ensino médio por meio de sequências e séries numéricas</i>	https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143941/fernandesvasconcelos_c_me_rcla.pdf?sequence=3&isAllowed=y
Pereira (2017) (in memoriam)	<i>Projetos de modelagem matemática no ensino para a aprendizagem de geometria espacial no 2º ano do ensino médio</i>	https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/8277/6/DISSERTA%C3%87%C3%83O_ProjetosModelagemMatem%C3%A1tica.pdf
Moraes (2019)	<i>Modelagem matemática: um estudo quali-quantitativo com alunos do 2º ano do ensino médio</i>	https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/9823/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Angela%20Maria%20Moraes%20-%202019.pdf

Fonte: Elaborado pela autora

Do mesmo modo, os artigos selecionados em cada uma das duas bases referidas estão apresentados no Quadro 2, contendo os títulos, autores, anos de publicação e endereços eletrônicos.

Quadro 2 - Artigos selecionados para as análises

Autor (Ano)	Títulos	Disponível em:
Pinheiro, Alves e Silva (2016)	<i>Aprendizagem matemática no contexto educacional ribeirinho: a análise de registros de representação semiótica em atividade de modelagem matemática</i>	http://www.scielo.br/pdf/rbeped/v97n246/2176-6681-rbeped-97-246-00339.pdf
Santana (2016)	<i>Traduzindo pensamento e letramento estatístico em atividades para sala de aula: construção de um produto educacional</i>	http://www.scielo.br/pdf/bolema/v30n56/1980-4415-bolema-30-56-1165.pdf
Lima e Gonçalves (2017)	<i>O ensino de estatística por meio da pesquisa: uma experiência a luz da modelagem matemática</i>	http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3514/pdf
Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019)	<i>Aproximações entre resolução de problemas e modelagem matemática com o enfoque CTS</i>	https://periodicos.utfrpr.edu.br/acao/article/viewFile/8668/6463
Silva, Aguiar e Siple (2019)	<i>Atividades para o ensino de função quadrática aplicada a fenômenos aviônicos por meio da modelagem matemática</i>	http://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/EJA/article/view/2605

Fonte: Elaborado pela autora

Observa-se que do total de 14 estudos, a maior frequência das dissertações e artigos selecionados para as análises nesta investigação está no ano de 2016, seguida de três trabalhos em 2014, dois em 2015, 2 trabalhos em 2017 e 3 trabalhos em 2019.

4.1 AS DISSERTAÇÕES SELECIONADAS PARA ANÁLISE: uma descrição

Brumano (2014), em sua dissertação de mestrado, buscou encontrar problemas em situações reais que podem ser resolvidos utilizando análise combinatória. Assim, sua questão de pesquisa abordou como a modelagem matemática poderia contribuir para a aprendizagem de análise combinatória. Realizada com 4 alunos da segunda série do Ensino Médio no Campus da universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, a pesquisadora observou a dificuldade dos estudantes em resolver os problemas e enumerar opções de combinações. Considerando-se que a modelagem poderia amenizar ou resolver

esses problemas de aprendizagem este estudo foi realizado com aplicação prática do conceito análise combinatória.

O objetivo da investigação de Brumano (2014) foi incentivar os alunos a encontrarem as diversas possibilidades e combinações de servir um prato em um restaurante *self-service*, de modo que eles fossem capazes de identificar a matemática presente nas atividades do estabelecimento. Os alunos, a partir dos dados coletados que organizaram em uma tabela, calcularam as diferentes possibilidades de se servir no restaurante. Por fim, a autora considerou que os alunos gostaram das atividades e interagiram ativamente para entender a análise combinatória a partir dos dados obtidos com as diferenciadas opções de servir no restaurante, constatando que essa metodologia de ensino foi promissora para a compreensão desse conceito.

A dissertação de Grams (2014) teve por objetivo analisar a percepção matemática de estudantes do Ensino Médio a partir da modelação Matemática na música, visto que a relação entre essas duas áreas não é algo recente. Essa pesquisa buscou responder como a Modelagem Matemática e a Música podem levar os estudantes do Ensino Médio à percepção dos conceitos matemáticos, além de verificar qual a contribuição da modelagem matemática na música para o ensino dos alunos. Para tanto, primeiramente construiu um mapa teórico dividido em três partes, sendo que a primeira consistiu no levantamento e identificação de estudos existentes sobre o tema. Na segunda, foram identificados estudos recentes e similares à temática, com o intuito de justificar a importância de se realizar este estudo. E na terceira, a elaboração de um texto de classificação e organização das produções de modo a justificar a importância da pesquisa. Além disso, criou um mapa de campo para organizar e identificar as informações coletadas na pesquisa de campo.

Sendo as oficinas de instrumentalização o foco da aplicação desta pesquisa de Grams (2014), a coleta de dados foi conduzida nos Institutos Prosdócimo Guerra e Theóphilo Petrycoski, os quais oferecem, de forma gratuita, oficinas de instrumentalização, dança, teatro, circo e esperanto. Os alunos responderam questionários, que foram aplicados para análise da percepção dos estudantes em relação ao tema em questão. Posteriormente, vários encontros foram realizados, para a verificação de como se dá a compreensão dos conceitos matemáticos utilizando-se como base a modelagem

matemática, e como tema, a música. Como resultado da pesquisa, o autor apresentou que durante as análises dos dados coletados nos encontros, os alunos puderam observar questões, levantar hipóteses, refletir sobre essas hipóteses, além de conseguir solucionar problemas que surgiram utilizando a modelagem matemática. E assim, o estudo concluiu que a modelagem matemática envolvendo a área de música pode ser uma ferramenta bastante útil na aprendizagem de conteúdos matemáticos pelos alunos.

Em sua dissertação, Santos (2014) teve como objetivo “analisar os efeitos de uma modelagem matemática no Ensino Médio com vistas a alcançar uma aprendizagem significativa; e avaliar uma proposta de abordagem para a modelagem, por meio de etapas e fases, abordando os conceitos de geometria plana”. Participaram desse estudo 15 alunos do 2º ano do Ensino Médio. Para tanto, analisou a aprendizagem da função seno, por meio da construção do modelo de um conceito matemático, visto que os alunos possuem muitas dificuldades no momento de construir e interpretar gráficos de funções trigonométricas.

Essa pesquisa foi realizada em uma escola da Rede Estadual de São Paulo no município de Guarulhos, onde o pesquisador ministra a disciplina de matemática. A atividade de modelagem com esses alunos foi realizada no período de duas tardes, com duração de aproximadamente seis aulas de 50 minutos. Houve também a participação de um professor observador, que ficou encarregado de anotar as observações feitas acerca da participação dos alunos, como por exemplo, a dificuldade do aluno em representar um ponto no plano cartesiano. Para o estudo da função seno com os alunos uma atividade envolvendo a temática giro do sol foi proposta, e durante a execução dessa atividade, percebeu-se que alguns alunos fizeram muitas perguntas em relação à interpretação do enunciado dessa questão.

Quanto aos outros resultados desse estudo, Santos (2014) apresentou que muitos alunos não sabiam utilizar o transferidor, algumas duplas apresentaram valores diferentes da projeção sobre o eixo vertical, dentre outras dificuldades. Para esse autor, a utilização da modelagem matemática como estratégia de ensino na sala de aula da escola pública apresenta resultados promissores para a participação ativa dos alunos na construção de seus conhecimentos de forma significativa, no entanto não consiste em tarefa fácil,

visto que exige dos docentes transformações em sua prática pedagógica, e os alunos acabam tendo que assumir atitudes mais participativas nos processos de ensino e de aprendizagem.

Em sua dissertação, Costa (2015) objetivou verificar se a modelagem matemática é um bom método para estudar o tema "Fabricação de Refrigerantes" na sala de aula de Ensino Médio. Para tanto, participaram de seu estudo 32 alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Técnica "José Cañellas", localizada na cidade de Frederico Westphalen-RS. Os participantes visitaram a fábrica para entender a produção do refrigerante e perceberam que em diversos setores os funcionários dessa empresa fazem uso de conceitos matemáticos como regra de três simples e composta, geometria, porcentagem e juros simples e composto. Para a coleta de dados um questionário foi aplicado aos 32 alunos participantes desse estudo, mas somente 6 (seis) responderam. Como resultados, apontou que o que mais chamou a atenção desses alunos no ambiente pesquisado foi o uso de tabelas para os cálculos que precisam ser feitos para determinar as dosagens dos ingredientes dos refrigerantes.

Outro aspecto evidenciado na pesquisa de Costa (2015) é que os alunos observaram atentamente a forma que os trabalhadores realizam esses cálculos matemáticos automaticamente sem se preocupar com a teoria intrínseca àquela operação matemática. De acordo com esse autor, para esses estudantes, aprender em um ambiente diferenciado da sala de aula os fez perceber a importância da matemática para as profissões. Concluiu que a modelagem matemática é uma metodologia eficaz para o estudo de conceitos matemáticos a partir de situações reais como a fabricação de refrigerantes, e por meio da Modelagem, os estudantes puderam perceber como se dá aplicação da matemática no cotidiano.

Pereira (2015), em sua investigação, buscou questionar e compreender, por meio de modelagem matemática, situações do cotidiano dos alunos. Dessa forma, focou-se em evidenciar a relevância da modelagem matemática como ferramenta de ensino, pois permite aos alunos desenvolverem o conhecimento matemático e a habilidade de aplicá-lo em situações do seu cotidiano. Utilizou duas modelagens do modelo Malthus, sendo uma relacionada com o tema gravidez na adolescência com alunos do 3º ano do ensino médio e a outra, com o analfabetismo no Brasil, com alunos do 1º ano do ensino médio, todos do

Centro Educacional de Tempo Integral Deputado Gláucio Gonçalves, no município e Parintins.

De acordo com Pereira (2015), para a modelagem acerca da gravidez, privilegiou dados sobre a quantidade de nascidos vivos e a quantidade desses que são filhos de mães adolescentes na faixa de 15 a 19 anos, coletados no Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (SINASC) e referentes aos anos de 2000 e 2010. Esses dados coletados foram analisados para a formulação do modelo matemático e a sua validação. Para a modelagem sobre o analfabetismo, os alunos analisaram dados oriundos da Projeção da População do Brasil de 2000 a 2060, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) e do Censo Demográfico, ambos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram analisados o crescimento populacional e a quantidade de pessoas analfabetas com 7 anos ou mais.

De acordo com Pereira (2015), ambos os modelos propostos apresentaram resultados modelados semelhantes à realidade, mostrando que o comportamento das situações analisadas pode ser descrito de forma bastante satisfatória, tornando-se válida a sua utilização para a aprendizagem pelos alunos. Assim sendo, concluíram que projetos com base na modelagem matemática podem contribuir em relação aos aspectos relacionados à aprendizagem de conceitos matemáticos, e ainda para formar alunos críticos e autônomos em suas ações.

Em sua dissertação, Faquini Helena (2016) teve por objetivo o estudo de funções logarítmicas e exponenciais a partir da utilização da modelagem matemática, pois, segundo essa autora, tem sido árduo para os educadores abordarem esses conceitos com os alunos, sendo, portanto, necessário pensar em novas metodologias de ensino. Outro aspecto é que a aprendizagem por parte dos alunos não tem se mostrado eficiente, de acordo com os índices baixíssimos obtidos nas avaliações. Assim, apresentou uma proposta sobre modelagem matemática para o ensino médio, com a temática: consumo de álcool.

Embora Faquini Helena (2016) não tenha aplicado atividades em aulas do ensino médio, apresentou atividades que podem ser realizadas. Utilizando como tema o consumo de álcool, sugeriu que atividades com base na modelagem matemática aplicada pelos docentes para alunos desse nível de ensino poderá

possibilitar-lhes a interação com a temática e com a construção dos modelos durante o seu desenvolvimento. Dessa forma, propôs a construção de três modelos.

O primeiro permite, por meio da modelagem que surgirá de forma intuitiva, calcular a quantidade de gramas de álcool ingeridas por uma pessoa ao tomar quantidades diferentes de vinho com respectivo teor alcóolico e, fazendo a substituição de variáveis, obtém uma função afim, inclusive com a construção do gráfico desta função. O segundo modelo será construído a partir de dados obtidos em uma planilha editável fornecida pelo projeto “Viver Bem” da Unesp - Campus de Botucatu, em um programa referente à prevenção do uso de drogas e álcool. E consiste em tomar para análise os dados de um indivíduo do sexo masculino que consome um (1) cálice de vinho por hora durante doze (12) horas, buscando um modelo que forneça a concentração de álcool no sangue desse cidadão, se ele continuar ingerindo a bebida “n” horas, o que vai gerar um gráfico de função afim. E no terceiro modelo, a proposta é sensibilizar os alunos com a proposta de uma pesquisa sobre a ingestão de álcool e as chances de envolvimento em um acidente de trânsito. A partir de uma tabela fornecida aos alunos com dados de acidentes por pessoas que ingeriram bebidas alcoólicas, pode-se propor a construção de um gráfico de uma função exponencial, e uma análise visual da situação permitirá uma modelagem e a obtenção de um modelo de função exponencial.

Para Faquini Helena (2016), a modelagem matemática permite abordar as definições e propriedades das funções de forma bem natural e aplicada a situações já observadas no cotidiano pelos alunos, visto que nessa sua proposta, o consumo de álcool como tema é relevante, considerando que esse consumo se inicia cada vez mais cedo por parte dos adolescentes. E assim, ao ser aplicada em situações da vida real, a matemática pode perpassar os limites da sala de aula e cumprir o papel de agente transformador da sociedade.

A dissertação de Vasconcelos (2016) objetivou discorrer como a modelagem matemática é utilizada como metodologia de ensino e pesquisa. Para tanto, como a matemática é uma disciplina importante para a vida dos alunos, também apresentou propostas didáticas envolvendo a modelagem matemática para os alunos pesquisados, que estão no ensino médio, abordando as progressões aritméticas na resolução de problemas de matemática financeira,

envolvendo também os conceitos de sequências numéricas e séries numéricas, a partir de situações reais.

Vasconcelos (2016) evidenciou que foram situações em que os alunos puderam discutir sobre os problemas propostos e sobre as diferenças observadas entre juros simples e compostos. Houve também a formalização matemática das resoluções dos problemas com uso de progressão aritmética e geométrica do pesquisador com os alunos. Vasconcelos concluiu que se trata de um tipo de atividade que, envolvendo a modelagem matemática, pode estimular e aprimorar o desenvolvimento do raciocínio dos alunos e conseqüentemente, a construção dos conhecimentos matemáticos de forma significativa.

Em sua dissertação, Pereira (2017) objetivou investigar prováveis benefícios que a modelagem matemática pode proporcionar para a aprendizagem da geometria espacial. Como procedimentos dessa pesquisa, elaborou projetos de modelagem matemática com 38 alunos do ensino médio, em que associaram as teorias de geometria espacial com situações rotineiras. Esse trabalho foi nomeado de “As formas geométricas de nossa cidade,” e cada grupo de alunos escolheu os lugares da cidade que iriam analisar. Esses lugares foram visitados, e os alunos colheram o material necessário para posteriormente criarem problemas matemáticos em sala de aula a respeito das formas geométricas encontradas, resolverem esses problemas e apresentarem esse processo de resolução.

Nessa pesquisa de Pereira (2017), o conteúdo teórico de geometria espacial contendo os cálculos de área e volume das figuras geométricas foi estudado com os alunos, seguido da visita aos locais da cidade e coleta de dados sobre as formas geométricas visualizadas durante essa visita. Com orientação do professor sobre as dúvidas, puderam expressar suas opiniões sobre a resolução de problemas envolvendo a geometria, para posteriormente apresentarem à comunidade. Como conclusões, evidenciou a importância de um aluno participar de uma forma mais animada, vivenciando experiências reais, o que lhe desperta o interesse e a curiosidade para uma aprendizagem efetiva. Além disso, pode haver a quebra de barreiras e desconstrução de estereótipos sobre as dificuldades de aprendizagem da matemática, e, assim, desenvolver a segurança dos alunos na aplicação de conceitos matemáticos para a resolução dos problemas.

A dissertação de Moraes (2019) refere-se aos estigmas da matemática, de que os alunos têm dificuldade em aprendê-la, e, em consequência, sentem-se desmotivados para as aulas. Esta situação pode ser alterada por meio de diferenciadas abordagens de ensino, dentre as quais menciona a modelagem matemática, que se apresenta como uma alternativa ao ensino de conceitos matemáticos, desde que seja adequada à realidades das salas de aula nas escolas. Dessa forma, teve como objetivo aplicar a modelagem matemática em aulas de forma a apoiar o processo de ensino-aprendizagem de estudantes do ensino médio em uma escola pertencente a rede pública estadual de Minas Gerais-Brasil.

Moraes (2019) realizou uma intervenção em turmas de alunos do segundo ano do ensino médio com sequências didáticas envolvendo o conceito de matrizes. Como resultados mostrou que a utilização de modelagem matemática em sala de aula se mostrou satisfatória, visto que promoveu uma maior atenção dos alunos participantes do estudo nas aulas, sem contar como foi promissora ao contar com um espaço físico adequado e um tempo maior na condução das atividades realizadas, pois muito se pode explorar em relação ao uso de tecnologias digitais no ensino de matemática via modelagem.

4.2 OS ARTIGOS SELECIONADOS PARA ANÁLISES: uma descrição

Artigos que referem à modelagem matemática no ensino médio, conforme já relatado, foram também considerados para análise neste estudo. O estudo de Pinheiro, Alves e Silva (2016) buscou identificar as dificuldades dos alunos na aprendizagem de função polinomial do 1º grau, e propuseram a realização de atividades envolvendo a modelagem matemática e considerando a análise dos registros de representação semiótica desse tipo de função. Essa pesquisa foi feita em uma escola municipal da comunidade ribeirinha do rio Inamarú, no Município de Muaná, região de Marajó, e contou com a participação de 24 alunos do 1º ano do ensino médio de 2014 que estudaram todo o ensino fundamental em uma escola pública da localidade.

Neste estudo de Pinheiro, Alves e Silva (2016) usando a modelagem matemática, as atividades propostas aos alunos envolveram um tema do cotidiano dos alunos, a colheita de açaí. Inicialmente, o professor fez uma

descrição sobre a situação problema, depois apresentou um problema referente a determinada realidade, sendo que coube ao aluno a responsabilidade de coletar as informações necessárias para resolver a questão proposta. Posteriormente, foram abordados temas como ponto de partida para que os alunos buscassem informações, formulassem e solucionassem problemas envolvendo conceitos matemáticos.

Para Pinheiro, Alves e Silva (2016), na atividade de modelagem proposta, foi bastante notório que os alunos leram textos sobre custo e rendimentos do cultivo do açaí. Embora tenha havido grande interesse dos alunos nas informações apresentadas acerca do manejo do açaí, por ser uma situação real para eles, de maneira geral, apresentaram certa confusão no que tange às informações que constavam nesses textos, além de não conseguirem converter a linguagem natural para o registro matemático; no entanto, conseguiram executar os cálculos corretamente, o que mostra que essas situações podem possibilitar a melhoria na aprendizagem dos alunos.

O artigo de Santana (2016) refere-se a uma pesquisa que objetivou mostrar a construção de um produto educacional para o ensino e aprendizagem de Estatística, discutindo fundamentos teóricos que o embasaram. O autor também trouxe orientações que podem conduzir as atividades dos docentes de uma forma mais eficaz. Em uma pesquisa de campo com uma turma de alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública estadual de Minas Gerais, realizaram atividades em intervenções nas aulas de matemática, com base em um referencial teórico da Educação Matemática Crítica sobre a mediação e a interação nas relações professor/estudantes/conteúdos.

Nesse estudo de Santana (2016), na sala de aula, distribuídos em grupos, os alunos pesquisados realizaram atividades envolvendo os temas internet e consumismo, colocados pelos alunos sob a orientação do professor pesquisador. Essas atividades visaram o exercício da comunicação (estatística) escrita dos alunos pesquisados, a partir dos dados que coletaram. Vale salientar que os alunos tiveram autonomia para fazer as escolhas, porém tinham que justificá-las. Também tiveram que elaborar relatórios ao final das atividades utilizando conceitos de estatística e modelagem matemática e análises realizadas sobre essas atividades. Além disso, todos os encontros foram gravados em áudio e alguns em vídeos. Santana (2016) observou que os alunos

se mostraram curiosos em relação à aprendizagem da estatística nesse novo formato, uma proposta que pode favorecer o desenvolvimento da aprendizagem dos conceitos estatísticos pelos alunos por meio do fazer, em atividades que se mostraram prazerosas e motivadoras para esses estudantes.

O artigo de Lima e Gonçalves (2017) apresenta uma investigação que teve por objetivo apresentar uma experiência educacional voltada ao ensino e aprendizagem de estatística por meio da modelagem matemática. Discentes de duas turmas do 2º ano do ensino médio na cidade de Limoeiro, Ceará, foram o público-alvo dessa pesquisa realizada em 2014, na qual a coleta de dados se deu por meio da observação dos participantes, com preenchimento de diário de campo e portfólio. Nesse estudo, as atividades aplicadas envolveram uma destas temáticas: Saúde, Ética, Pluralidade Cultural, Meio Ambiente, Orientação Sexual e Temas Locais, pois cada grupo escolheu uma temática dessas para estudo.

Lima e Gonçalves (2017) observaram que estudar os temas transversais a partir da realidade dos estudantes contribuiu para que eles agissem ativamente na produção dos conhecimentos e para o desenvolvimento de uma postura crítica, com oportunidade de participar dos debates e questões sobre situações que envolvem o contexto em que estão inseridos. No entanto, os alunos apresentaram dificuldades em relação à aplicação de conceitos estatísticos e na interpretação dos dados analisados. Para esses autores, é preciso ampliar discussões e propostas de desenvolvimento de experiências educativas que abordem conceitos da matemática.

O estudo de Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019) objetivou verificar a aproximação da Educação Matemática Crítica com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Em uma pesquisa qualitativa, realizaram uma intervenção pedagógica em uma escola privada com alunos do 1º ano do Ensino Médio, abordando a resolução de problemas e a modelagem matemática. Foram realizadas aulas com atividades envolvendo a progressão aritmética, conceitos estatísticos, funções exponenciais e porcentagem, tudo por meio da resolução de problemas e da modelagem matemática. Envolveram ainda temáticas como o uso de celular e seu impacto no cotidiano, a presença de adolescentes em academias, e os efeitos causados pela maconha no organismo.

Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019) identificaram nesse estudo que a resolução de problemas propiciou reflexões envolvendo as temáticas estudadas em situações-problemas semelhantes às sequências indicadas pela abordagem CTS, além das possibilidades de interdisciplinaridade e contextualização. Além disso, observou-se que a mediação do professor foi o que possibilitou os direcionamentos adequados para que os conteúdos matemáticos pudessem embasar científica e tecnologicamente a atuação dos alunos em situações-problema reais que podem vivenciar na sociedade. Concluíram que, é necessário que sejam buscadas estratégias que possibilitem a contextualização e a interdisciplinaridade entre a matemática e as outras áreas nas aulas do ensino médio, de forma que estabeleçam relações com a sua aplicabilidade.

O trabalho de Silva, Aguiar e Siple (2019) objetivou investigar uma prática de ensino do conceito de função quadrática com base na metodologia da modelagem matemática e foi realizado com duas turmas de alunos do ensino médio, modalidade educação de jovens e adultos, de duas escolas, uma pública e outra privada. As atividades propostas foram para que criassem modelos matemáticos para descrição de fenômenos aviônicos, envolvendo a utilização do conceito de função quadrática com base na modelagem matemática e na aprendizagem significativa de Ausubel.

Silva, Aguiar e Siple (2019) evidenciam que as atividades com a utilização da modelagem matemática possibilitaram aos alunos do ensino médio desenvolverem, interagirem e realizarem as atividades com desenvoltura em grupos, envolvendo o conceito de função quadrática aplicado em situações abarcando fenômenos aviônicos. Puderam compreender como pode-se dar a aplicação da função quadrática para representar fenômenos do mundo real.

Após esta apresentação dos estudos selecionados nesta investigação, a próxima seção traz as análises destas pesquisas, realizadas com base na fundamentação teórica apresentada anteriormente. Buscou-se a compreensão de como esses estudos contribuem para ensino de matemática no ensino médio, tendo em vista a modelagem matemática como metodologia de ensino, que coloca os alunos em contato com situações da realidade, e a resolução de problemas contextualizados nessas situações com a aplicação dos conceitos matemáticos estudados.

5 MODELAGEM MATEMÁTICA: abordagens no ensino médio

Essas investigações selecionadas para análise e apresentadas anteriormente abrangendo a modelagem matemática no ensino médio, publicadas no período 2014 a 2019, foram objetos de análise mais aprofundada nesta seção, com base nos teóricos já apresentados. Nesta seção, considerando as principais características desses trabalhos, foram criados quadros com os objetivos, locais de pesquisa e público-alvo e a metodologia de pesquisa, o que subsidiou as análises realizadas. É importante ressaltar que os recortes de textos desses estudos presentes nesses quadros foram transcritos das dissertações, na maioria das vezes *ipsis literis* a escrita dos respectivos autores.

5.1 OBJETIVOS DOS ESTUDOS ANALISADOS

Ao observar os objetivos colocados nesses estudos, verifica-se que, embora diferenciados, têm a modelagem matemática como base para sua realização. Isto pode ser explicado com base na proposta de Bassanezi (2015), em que ele evidencia a relevância da modelagem matemática. Para esse autor, essa abordagem implica no envolvimento dos alunos que podem trazer os temas, e, junto ao docente, buscam modelar determinado fenômeno. Podem assim ter maior envolvimento nas aulas, no entanto, é primordial o controle da situação pelo professor em relação aos conteúdos e ao rumo que a aula pode tomar. Também tem que analisar se está ocorrendo a compreensão dos conceitos matemáticos estudados por parte dos estudantes.

Embora Bassanezi (2015) atribua aos alunos a escolha do tema que vai culminar na construção de um modelo matemático nas aulas, admite que o professor tem que levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos nesse processo. Isto porque, para a resolução de problemas, seus conhecimentos prévios são mobilizados, possibilitando-lhe criar estratégias de resolução, realizar a avaliação da resolução apresentada, e ainda a reflexão sobre o problema estudado.

Conforme observa-se nos objetivos apresentados pelos autores das dissertações, a modelagem matemática apresenta-se como norteadora, envolvendo a aplicação de diferenciados conceitos matemáticos, quais sejam:

matrizes, análise combinatória, regra de três simples e composta, geometria, porcentagem e juros simples e composto, funções logarítmicas e velocidade do som; porcentagem; geometria espacial, geometria plana e progressão aritmética e geométrica (Quadro 3).

Quadro 3 - Objetivos das dissertações analisadas

AUTOR (ANO)	OBJETIVOS
Brumano (2014)	Analisar a aplicação da modelagem matemática como uma proposta eficaz para favorecer o ensino de Análise Combinatória.
Grams (2014)	Analisar a percepção matemática de estudantes do ensino médio por meio da modelação matemática na Música, envolvendo funções logarítmicas e velocidade do som.
Santos (2014)	Analisar os efeitos de uma modelagem matemática no Ensino Médio com vistas a alcançar uma aprendizagem significativa; e avaliar uma proposta de abordagem para a modelagem, por meio de etapas e fases, abordando os conceitos de geometria plana.
Costa (2015)	Investigar se a modelagem matemática é uma boa estratégia para explorar o tema Fabricação de Refrigerantes na sala de aula de Ensino Médio, envolvendo regra de três simples e composta, geometria, porcentagem e juros simples e composto.
Pereira (2015)	Evidenciar a modelagem matemática como excelente estratégia de ensino que possibilita ao aluno investigar, questionar, e buscar compreender, por meio de instrumentos matemáticos, situações do seu cotidiano abordando os temas: gravidez na adolescência e analfabetismo utilizando os conceitos de porcentagem.
Faquini Helena (2016)	Elaborar uma proposta de modelagem matemática capaz de vincular um tema muito comum no cotidiano dos jovens ao ensino de funções exponenciais e logarítmicas.
Vasconcelos (2016)	Proporcionar a construção do conhecimento matemático nos alunos do ensino médio, trabalhando os conceitos de progressão aritmética e geométrica.
Pereira (2017) (in memoriam)	Identificar e analisar as possíveis contribuições da realização de projetos de modelagem matemática à aprendizagem de conteúdos de Geometria Espacial, por alunos do 2º ano do Ensino Médio.
Moraes (2019)	Aplicar modelagem matemática em sala de aula para apoiar o estudo do conceito de matrizes por alunos do ensino médio de uma escola da rede pública estadual.

Fonte: Elaborado pela autora

Ao analisar esses objetivos, pode-se dizer que estão alinhados com o que orienta a BNCC (2018) para o Ensino Médio, que orienta que se deve propor atividades relacionadas à realidade dos alunos, de forma que possam

desenvolver a autonomia e competências para a aplicação dos conceitos estudados em situações reais.

No entanto, o que se tem é que os alunos apresentam dificuldades de compreensão dos conceitos matemáticos, o que pode ser amenizado em aplicações reais, quando tudo se torna mais esclarecedor. Isto se deve ao fato de situações reais do cotidiano facilitarem aos alunos a abstração, visto que a matemática se encontra presente em tudo na vida das pessoas (PCNEM, 2000).

Ao observar os objetivos trazidos pelos artigos analisados (Quadro 4), nota-se que não fogem à regra dos objetivos das dissertações consideradas neste estudo, pois ancoram-se na modelagem matemática como metodologia de ensino dessa disciplina no ensino médio.

Quadro 4 - Objetivos dos artigos analisados

AUTOR (ANO)	OBJETIVOS
Pinheiro, Alves e Silva (2016)	Investigar as dificuldades de aprendizagem de função polinomial do 1º grau, a partir da análise dos registros de representação semiótica em uma atividade de modelagem matemática.
Santana (2016)	Apresentar a construção de um produto educacional para o ensino e aprendizagem da Estatística discutindo os fundamentos teóricos que a embasaram. Além disso, pretende mostrar apontamentos, que podem configurar-se em orientações, a respeito da condução das atividades por parte do docente visando a uma maior eficácia quando da utilização de tal proposta didático-metodológica.
Lima e Gonçalves (2017)	Apresentar uma experiência educacional voltada para o ensino e aprendizagem de Estatística, segundo os pressupostos da Modelagem Matemática.
Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019)	Verificar a aproximação da Educação Matemática Crítica com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) por meio da resolução de problemas com base na modelagem matemática em atividades envolvendo a progressão aritmética, estatística, funções exponenciais e porcentagem.
Silva, Aguiar e Siple (2019)	Investigar sobre o processo de aprendizagem de função quadrática, fazendo uso da metodologia da modelagem matemática, tendo por base fenômenos aviônicos.

Fonte: Elaborado pela autora

Observa-se que desde os objetivos desses artigos analisados, os conceitos matemáticos são referidos em situações do mundo real do aluno, por meio de atividades fundamentadas na modelagem matemática. Por meio dessa metodologia de ensino, as atividades desenvolvidas no âmbito dessas pesquisas envolveram conceitos matemáticos como: a função polinomial do 1º grau,

estatística, função quadrática, progressão aritmética, estatística, funções exponenciais e porcentagem, sempre com base em situações da realidade para ampliar a compreensão dos alunos do ensino médio.

Essa valorização das ações dos alunos mostrada nos objetivos dos artigos analisados de forma a auxiliá-los no desenvolvimento de suas capacidades e competências foi defendida por Bassanezi (2002), para quem diferenciados contextos deveriam ser envolvidos na resolução de um problema em si, e uma das possibilidades seria utilizar a modelagem matemática. Envolver situações da vida real está contemplado recentemente nas orientações da BNCC (2018) para o ensino médio quando refere ao letramento matemático como primordial para a vida em sociedade. E assim, essa orientação mostra a necessidade de os alunos compreenderem e conseguirem representar informações e dados algébricos, geométricos e estatísticos, presentes na sociedade em que se inserem.

5.2 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS ESTUDOS ANALISADOS

A localidade em que as pesquisas de campo foram realizadas e quem foram os participantes foi outro aspecto observado nesses estudos (Quadro 5). Esse envolvimento de alunos nos estudos contribui para que os pesquisadores compreendam o fenômeno estudado de forma mais aprofundada, por analisá-lo em seu contexto.

Quadro 5 - Locais pesquisados e participantes

AUTOR (ANO)	LOCAIS PESQUISADOS- PARTICIPANTES (Dissertações)
Brumano (2014)	Local: Viçosa – MG. Participantes: 4 alunos do segundo ano do Ensino Médio. Campus da Universidade Federal de Viçosa-MG
Grams (2014)	Local: Pato Branco (PR) Participantes: 6 alunos da oficina de instrumentalização do Institutos Prosdócimo Guerra e Theóphilo Petrycoski.
Santos (2014)	Local: Guarulhos-SP. Participantes: 15 alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da Rede Estadual de São Paulo.
Costa (2015)	Local: Frederico Westphalen- RS. Participantes: 32 alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Técnica José Cañellas, Turma 2M1 diurno.

Pereira (2015)	Local: Parintins-AM. Participantes: alunos do 3º Ano do Ensino Médio do Centro Educacional de Tempo Integral Deputado Gláucio Gonçalves.
Faquini Helena (2016)	Esse estudo aborda a modelagem matemática para o ensino de funções exponenciais e logarítmicas, no entanto não aplicou a pesquisa em campo.
Vasconcelos (2016)	Apresenta proposta pedagógicas de resolução de problemas envolvendo sequências e séries para o ensino médio, no entanto não aplica em pesquisa de campo.
Pereira (2017) (in memoriam)	Local: Viçosa-MG. Participantes: 38 (trinta e oito) alunos matriculados em 1 (uma) turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual
Moraes (2019)	Local: Uberlândia -MG. Participantes: 160 alunos do ensino médio de uma escola da rede pública estadual de Minas Gerais-Brasil.
AUTOR (ANO)	LOCAIS PESQUISADOS- PARTICIPANTES (artigos)
Pinheiro, Alves e Silva (2016)	Local: Muaná-Marajó-Pará Participantes: 24 alunos do 1º ano do ensino médio modular de uma escola pública de comunidade ribeirinha de Muaná-Marajó-Pará
Santana (2016)	Local: Carlos Chagas, Minas Gerais. Participantes: turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pertence à Rede Estadual de ensino de Carlos Chagas, Minas Gerais.
Lima e Gonçalves (2017)	Local: Limoeiro do Norte-CE. Participantes: duas turmas do 2º ano do ensino médio, em 2014, da Escola de Ensino Médio Lauro Rebouças de Oliveira,
Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019)	Local: Curitiba-PR. Participantes: três turmas compostas de 35 alunos cada do 1º ano do ensino médio, de uma escola privada.
Silva, Aguiar e Siple (2019)	Local: Joinville-SC. Participantes: alunos do Ensino Médio do Colégio Professora Neide Krüger, situado na cidade de Joinville-SC.

Fonte: Elaborado pela autora

Observa-se que, com exceção de Faquini Helena (2016) e Vasconcelos (2016), todos os outros estudos realizaram atividades com alunos de ensino médio de diferentes localidades, como Minas Gerais, três (3) estudos, e outros estados como Paraná, dois (2) estudos, Rio Grande do Sul, Amazonas, São Paulo, Ceará, Santa Catarina e Pará, um (1) estudo. O Gráfico da figura 1 mostra essa distribuição, por cidades e respectivos estados brasileiros.

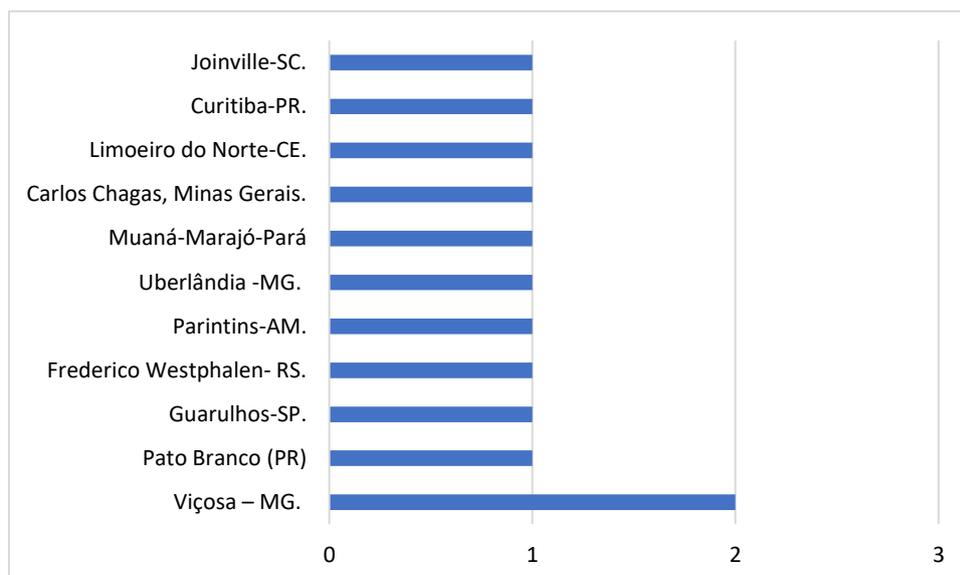


Figura 1 – Locais de realização das pesquisas de campo
Fonte: Elaborado pela autora

Ou seja, foram realizados estudos envolvendo a modelagem matemática em oito estados brasileiros de 2014 a 2019. Para Bassanezi (2015), a utilização da modelagem matemática vem valorizar o que os alunos constroem nas aulas, de modo a desenvolver, a partir da realidade de seu ambiente, a capacidade de avaliação da construção de modelos matemáticos nos diferenciados contextos de aplicações.

Em se tratando dos alunos participantes, nota-se que 21,42% (3) realizaram com todos os alunos do ensino médio da escola pesquisada e 14,28% (2) não aplicaram suas propostas em pesquisa de campo. Outros estudos foram mais específicos, elegendo apenas alunos de determinado ano do ensino médio, ou seja, 14,28% (2) com alunos do primeiro ano do ensino médio, 37,7 (5) dos estudos foram realizados somente com alunos do segundo ano do ensino médio e 14,28% (2) foram realizados com alunos do terceiro ano do ensino médio.

Nota-se, assim, que a maioria dos estudos 85,71% foram as escolas e trabalharam empiricamente com os alunos desse nível de ensino em experiências com o uso da modelagem matemática. Essa oportunidade foi dada em cada pesquisa a um número de alunos, pois conforme constatou-se, houve uma variação de quatro (4) alunos no trabalho de Brumano (2014), até turmas inteiras desse nível de ensino, como no estudo de Lima e Gonçalves (2017), por exemplo.

5.3 MODELAGEM MATEMÁTICA NAS METODOLOGIAS DE PESQUISA DAS DISSERTAÇÕES

Outro aspecto considerado comum nos estudos analisados é que todos, embora tenham abordado conteúdos matemáticos diferenciados, fizeram estudos que privilegiaram características qualitativas com a intenção de analisar a contribuição da modelagem matemática nesse nível de ensino. Emergindo uma diversidade de metodologias de pesquisa, as dissertações analisadas nesta investigação mostram que houve criatividade dos pesquisadores, que tiveram como foco principal investigar seus objetos de estudo em situações diferenciadas envolvendo problemas voltados para situações reais, tendo como base a modelagem matemática, conforme mostra o Quadro 6.

Quadro 6 - Metodologias das dissertações analisadas

AUTOR (ANO)	METODOLOGIA
Brumano (2014)	A pesquisa se caracteriza como qualitativa com etapa inicial de apresentação bibliográfica dos conceitos de modelo, modelagem e modelação matemática e Análise Combinatória. Em segundo momento foi realizada uma pesquisa de campo com quatro alunos que levantaram as diferentes maneiras ou possibilidades de se alimentar em um restaurante self-service da cidade. Os registros sobre a pesquisa foram feitos por meio de dispositivos de áudio/vídeo e anotações em diário de campo. De posse dos dados coletados cada participante construiu uma tabela e problemas com a possibilidade de estudar matemática com o suporte da Modelagem.
Grams (2014)	Em uma pesquisa qualitativa, além do estudo sobre Relação da Matemática com a Música (tema da atividade pedagógica), Modelagem Matemática na Educação (tema da pesquisa), e Percepção (tema da análise), foi feita uma pesquisa de campo, e os dados foram obtidos a partir da aplicação da proposta didática com estudantes voluntários que cursavam o Ensino Médio, e participavam de oficinas de instrumentalização em um Instituto da cidade de Pato Branco (PR). A partir da Modelagem Matemática, propõe-se o ensino e a aprendizagem dos conceitos de progressão geométrica, logaritmos, função exponencial e trigonometria, abordados em contextos musicais, utilizando-se atividades que integram as duas áreas do conhecimento.
Santos (2014)	A pesquisa é de natureza qualitativa, desenvolvida por meio da observação participante. O modelo utilizado é o apresentado na Proposta Curricular do Estado de São Paulo. A pesquisa norteia-se nas concepções de modelagem de Beltrão (2009), Bassanezi (2006) e na teoria de aprendizagem de Ausubel. As atividades foram desenvolvidas utilizando modelagem matemática como âncora as relações métricas no triângulo retângulo, as coordenadas de pontos no plano cartesiano e o estudo de ângulos na circunferência trigonométrica.
Costa (2015)	A pesquisa é qualitativa e os participantes foram alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual de um município do Rio Grande do Sul. Como instrumentos de coleta de dados em uma pesquisa de campo, foram realizadas entrevistas, questionários aplicados aos alunos, gravações de áudio e vídeo e observações de atividades realizadas em sala de aula. As atividades foram realizadas pelos alunos durante a visita a uma empresa

	com o tema Fabricação de Refrigerantes, em sala de aula e extraescolar. Os conceitos matemáticos tratados foram regra de três simples e composta, geometria, porcentagem e juros simples e composto.
Pereira (2015)	Em uma pesquisa qualitativa, foi feito um estudo teórico sobre a modelagem matemática e posteriormente foi desenvolvida uma pesquisa de campo com a modelagem matemática em sala de aula com alunos do 1º e 3o. ano do Ensino Médio do Centro Educacional de tempo integral. O tema abordado na modelagem matemática foi a gravidez na adolescência com alunos do 3º ano e com os alunos do 1o. ano foi desenvolvida a modelagem sobre o analfabetismo. Os conceitos envolvidos foram funções exponenciais e logarítmicas e equações.
Faquini Helena (2016)	Foi feito um estudo sobre a modelagem matemática analisando-a como proposta de ensino além de buscar como a modelagem matemática vem sendo abordada nos livros didáticos. Em um segundo momento apresentam como base matemática as definições importantes sobre funções e suas propriedades elementares e trata de conceitos de funções contínuas e inversas. Por fim, apresenta uma proposta de desenvolvimento da modelagem matemática para o primeiro ano do ensino médio abordando o tema Consumo de Álcool para trabalhar o tema Funções e com foco especial em Funções Exponenciais e Logarítmicas utilizando modelos matemáticos.
Vasconcelos (2016)	Em uma pesquisa qualitativa, apresenta a teoria de sequências e séries numéricas e sobre a modelagem matemática. Propõem duas aulas com os alunos do ensino médio a proposta didática por meio da resolução de problemas do cotidiano utilizando progressões aritméticas em um problema de matemática financeira, juros compostos e simples. Na primeira aula a realização de uma discussão informal sobre o problema dado e sobre as diferenças entre juros simples e compostos. Na segunda aula a proposta envolve uma formalização matemática do problema por meio de progressão aritmética e geométrica com os alunos.
Pereira (2017) (<i>in memoriam</i>)	A pesquisa foi de cunho qualitativo, sendo feita com uma turma de alunos do 2º ano do Ensino Médio quando foi desenvolvido um projeto chamado “As Formas Geométricas de Nossa Cidade”, abordando conteúdos de Geometria Espacial, sendo que os participantes escolheram locais da cidade nos quais desejavam investigar as formas geométricas e que constituíram os subtemas de investigação no âmbito desse projeto.
Moraes (2019)	Trata-se de uma pesquisa qualitativa em quatro turmas de uma escola pública da cidade de Uberlândia-MG. Foram aplicadas sequências didáticas com base na Modelagem Matemática para ensinar o conceito matemático matrizes em um grupo de alunos considerado experimental e para um grupo controle foi aplicada uma abordagem convencional do mesmo conceito matemático, tomando como base atividade do livro texto adotado pela escola.

Fonte: Elaborado pela autora

Neste momento, um olhar mais específico para essas metodologias mostram que os respectivos pesquisadores, com exceção dos estudos de Faquini Helena (2016) e Vasconcelos (2016), conforme já explicitado, realizaram atividades subsidiadas pela modelagem matemática, em escolas para alunos do ensino médio, buscando promover uma compreensão mais ampla dos conceitos matemáticos estudados nas aulas pelos alunos pesquisados. Observa-se que

essas propostas corroboram com uma definição de modelagem matemática apresentada por Boeri e Vione (2009) ao defenderem ser um modo de matematizar e modelar problemas e situações da realidade em que os alunos estão inseridos, o que lhes propicia o desenvolvimento de ideias e compreensão dos conceitos matemáticos.

Foi o caso, por exemplo, do estudo de Brumano (2014) em que os alunos em um restaurante *self-service* da cidade puderam perceber as diferentes maneiras ou possibilidades de se alimentar a partir dos alimentos ali servidos e ainda, em aula, compreender que o conceito matemático aplicado para efetuar os cálculos dessas probabilidades é a análise combinatória. Outro aspecto que chama a atenção nessa investigação é que os alunos construíram tabelas e problemas a partir da situação observada para resolver com base na modelagem matemática. Esse estudo de Brumano (2014) corrobora com o que Carvalho e Nicot (2019) defendem sobre a modelagem matemática, que consiste em propiciar um ambiente de aprendizagem em que os estudantes podem questionar ou investigar com base na matemática em situações ligadas à realidade. Para esses autores, esse ambiente pode favorecer o desenvolvimento cognitivo desses alunos no decorrer das atividades realizadas.

Essa metodologia envolvendo situações reais também foi utilizada no estudo de Grams (2014), que relacionou conceitos matemáticos com a música. Observa-se que, com base na modelagem matemática, os alunos desenvolveram atividades envolvendo os conceitos de trigonometria, logaritmos, progressão geométrica, função exponencial, os quais são abordados em contextos musicais, atividades essas que integram as duas áreas do conhecimento, a matemática e a música.

Pode-se dizer que essa metodologia com esse tipo de atividades propostas por Grams (2014) vão ao encontro do que prevê o Plano Nacional de Educação, que evidencia ser necessário na matemática buscar utilizar técnicas pedagógicas interdisciplinares unindo os conceitos e as aplicações práticas de modo versátil e abrangente dos assuntos disciplinares (BRASIL, 2014). E ainda corroboram com o que apresentam Barbosa e Nogueira (2014), que afirmam que a aprendizagem matemática não se faz separada; para que seja eficaz, é necessário que haja a comunicação entre disciplinas mediante programas

interdisciplinares, assim, o entendimento do estudante se estende para outros planos do conhecimento.

Utilizar temáticas do cotidiano dos alunos também foi o foco da metodologia de pesquisa utilizada no estudo de Santos (2014), que se baseou nos conceitos de modelagem matemática e na teoria de aprendizagem de Ausubel. Realizado com alunos em sala de aula, utilizou como tema o movimento do sol, retomando inicialmente a história da trigonometria e astronomia, e apresentando em seguida referências gráficas de movimentos considerados periódicos para, posteriormente, os alunos construírem um modelo matemático da função seno.

Essa metodologia de estudo adotada por Santos (2014) vai ao encontro do que argumenta Bassanezi (2002) em favor da inclusão de modelagem por meio da resolução de problemas e aplicações dos conceitos matemáticos de modo a fornecer aos alunos um arsenal que lhes possibilite compreender e interpretar a matemática ensinada nas aulas, e sua aplicação em fenômenos do mundo real. Para Santos (2014), essa experiência com os alunos consistiu em um momento em que emergiram muitas dúvidas, havendo a necessidade de o professor auxiliar os alunos no uso de ferramentas como o compasso e o transferidor para as medidas dos ângulos e elaboração de círculos trigonométricos, além da criação de tabelas e representação dos pontos no plano cartesiano para elaboração do gráfico com a senóide que representa o movimento do sol.

A importância da participação dos alunos nessas atividades de modelagem matemática, conforme proposto por Santos (2014), vai ao encontro do que preconiza a BNCC (2018) sobre a necessidade de utilização de estratégias pedagógicas diversificadas que permitam aos alunos conhecerem como podem se dar os usos da matemática em soluções de situações da própria realidade. Desta forma, com base em reflexões nos momentos de experimentação, os alunos desenvolvem o poder de argumentação, visto que esse tipo de atividade pode desenvolver, além das competências matemáticas nos alunos do Ensino Médio, as habilidades de comunicação com seus pares.

Considerar situações do mundo real também foi o foco do estudo de Costa (2015) que, com base na modelagem matemática, envolveu alunos em atividades realizadas com visita a uma empresa que fabrica refrigerantes. Nessa

visita, os alunos procederam à coleta de dados, e em sala de aula criaram situações-problema envolvendo os conceitos matemáticos: regra de três simples e composta, geometria, porcentagem e juros simples e composto. De acordo com Costa (2015), os alunos consideraram interessante observar que nesse ambiente são utilizadas constantemente tabelas para os cálculos realizados para determinar as dosagens dos ingredientes dos refrigerantes.

Além disso, ficaram surpresos ao compreenderem que são vários os conceitos matemáticos e, inclusive, outros conceitos de outras disciplinas presentes subsidiando a prática dessa fábrica. Puderam observar que conceitos de Química, Física e Biologia são utilizados para que os setores da fábrica de refrigerantes funcionem, ou seja, perceberam que há uma interdisciplinaridade entre os conceitos estudados nas aulas de áreas diferenciadas. Essa experiência vivida pelos alunos vem ao encontro do que afirma Bassanezi (2015) sobre a interdisciplinaridade da matemática, como essencial na formação dos alunos para que sejam sempre cidadãos plenos, capazes de fazer a leitura da matemática utilizada em suas vidas de forma analítica e consciente.

Analisando ainda a metodologia utilizada por Costa (2015), ao levar seus alunos à fábrica de refrigerantes, fundamentando-se na modelagem matemática, pode-se observar que proporcionou aos alunos o desenvolvimento da autonomia e da comunicação. Nesta atividade, eles tiveram oportunidade de elaborar e fazer perguntas aos funcionários da fábrica para coletar os dados sobre os conceitos envolvidos em suas ações na fabricação dos refrigerantes, e assim conseguiram problematizar situações cotidianas com o que estão estudando nas aulas. São observações que remetem ao que defende Goulart (2015) sobre a relevância da construção de ambientes propícios à aprendizagem dos alunos, com resolução de problemas baseados em situações reais, o que pode proporcionar-lhes a aplicação de conceitos matemáticos, promovendo a aproximação da teoria estudada em sala de aula e da prática, em um viés interdisciplinar.

Na investigação de Pereira (2015) foram propostas atividades de modelagem matemática a respeito do analfabetismo para alunos do primeiro ano do ensino médio, e sobre gravidez na adolescência para alunos do terceiro ano do ensino médio no Centro Educacional de Tempo Integral Deputado Gláucio Gonçalves, no município de Parintins, no estado do Amazonas. Para o tema

gravidez na adolescência, a autora propôs aos alunos a modelagem de uma função utilizando o modelo de Malthus, que representa a porcentagem de nascidos vivos de mães que estão na faixa etária de 15 a 19 anos. Portanto, a professora revisou com os alunos a teoria sobre funções e apresentou o modelo de Malthus; assim, os alunos conseguiram chegar à constante da equação utilizando a calculadora, e logo após trabalharam na função.

Observa-se que as temáticas escolhidas para trabalhar a modelagem matemática alertam os estudantes para problemáticas recorrentes na sociedade, além de propiciar-lhes realização de análises de estatísticas gráficas dessas ocorrências. São ações que vão ao encontro do que foi sugerido pelos PCNEM (2000) em relação ao ensino da matemática, por se tratar de uma disciplina que representa dados reais, elaboração de gráficos, tabelas e estatísticas em diferentes representações para que essas informações sejam repassadas e compreendidas pelas pessoas. Essas ações para incentivar os alunos e despertar-lhes interesse pela matemática em uma situação real, comprovam o pensamento de Roque (2007), quando diz que por meio da modelagem matemática, ao sair da rotina da sala de aula, o aluno consegue entender o conteúdo estudado, além de demonstrar interesse pelo assunto, podendo observar o problema na prática. Isto permite-lhe enxergar a solução de uma forma mais efetiva que antes era dificultada pelo raciocínio apenas baseado em atividades em sala de aula, desvinculadas do mundo real.

O tema do analfabetismo no Brasil foi também abordado na pesquisa de Pereira (2015) com os alunos participantes. Foi proposto aos alunos do primeiro ano do ensino médio que criassem uma função representativa do percentual de analfabetos no Brasil, e para tanto, levou-se em conta o crescimento populacional no período de 2000 a 2009. Os alunos utilizaram o conceito de função exponencial, havendo a apresentação do conceito dessa função e de sua representação gráfica; utilizaram o Microsoft Excel para efetuarem os cálculos do percentual de analfabetos, considerando, portanto, o número de analfabetos dividido pelo total de pessoas. Os dados foram também relacionados pelos alunos com o modelo de Malthus, e o resultado mostrou que o gráfico modelado se aproximou do gráfico real e o sucesso desse tipo de atividade.

Nota-se que o fato dos alunos realizarem as atividades dessa pesquisa de Pereira (2015) em um ambiente virtual, fazendo uso de ferramentas como o

Microsoft Excel para plotar os dados gráficos, está em acordo com as orientações da BNCC para o Ensino Médio (2018), que apresenta como fundamental o progresso das habilidades computacionais dos estudantes, o que é de suma importância para a formação desses alunos para uma atuação com autonomia no mercado de trabalho. A utilização de metodologias com uso das TIC nas aulas e envolvendo a modelagem matemática é muito bem vinda, segundo Castilho (2015), visto que essas tecnologias já são tendência irreversível nas práticas pedagógicas da atualidade. E são também referidas por Silva, Borssoi e Almeida (2015, p. 162), ao salientarem que as atividades das aulas podem ser pensadas, propostas e desenvolvidas tendo como elementos mediadores os recursos tecnológicos, por possuírem potencial para auxiliar no desenvolvimento das atividades.

Embora o estudo de Faquini Helena (2016) não tenha sido desenvolvido com alunos em escolas, considera-se relevantes suas propostas de utilização da modelagem matemática em atividades envolvendo o ensino de funções exponenciais e logarítmicas a alunos de turmas do primeiro ano do ensino médio, tendo por tema de estudo o consumo de álcool. Em sua sugestão, ela evidencia que o professor deverá fazer uma apresentação do conteúdo necessário para o entendimento das questões, e com caráter educativo mostrar aos alunos os efeitos que cada quantidade de álcool causa no organismo humano.

Nessa direção, Faquini Helena (2016) propôs um primeiro modelo, em que o docente poderá propor que os alunos representem em uma função a quantidade de gramas de álcool ingeridas, a partir da densidade de uma bebida, não considerando a eliminação do álcool pelo corpo humano. No segundo modelo, a sugestão é que os alunos considerem a concentração de álcool no sangue de um indivíduo durante o passar de determinado tempo. No terceiro modelo, a professora mostrará aos estudantes que o risco de acidentes automobilísticos cresce exponencialmente quando o condutor ingere bebidas alcoólicas.

O que pode ser notado nas atividades propostas por Faquini Helena (2016) é que estão em consonância com as orientações da BNCC quanto à necessidade de o docente utilizar estratégias pedagógicas para mostrar aos alunos a aplicação da matemática também em soluções de desafios sociais e humanos, tomando por base a realidade dos alunos, como situações envolvendo

a saúde, por exemplo (BRASIL, 2018). Assim sendo, pode-se considerar que essa atividade, além de envolver o conteúdo matemático, se mostra educativa, pois pode alertar os alunos em relação aos perigos do consumo inconsciente de álcool, assunto que chama a atenção dos jovens, já que a ingestão dessas bebidas na juventude tem se tornado um hábito comum. Além disso, serve para prepará-los para situações que podem vir a acontecer no seu convívio social, como a probabilidade de acidentes de trânsito envolvendo um condutor que ingeriu bebidas alcoólicas.

Cabe salientar que Faquini Helena (2016), ao relacionar os efeitos do álcool no organismo humano em função do tempo por meio de funções matemáticas exponenciais e logarítmicas e a modelagem matemática, enfatiza uma formação matemática dos alunos em relação aos conceitos, e formação crítica dos estudantes em relação ao consumo de álcool. São sugestões de atividades que estão de acordo com o que Bisognin e Bisognin (2012) defendem sobre as práticas pedagógicas dos professores e suas estratégias de ensino utilizadas nas aulas. Para esses autores, são primordiais no processo de ensinar e aprender para a obtenção de resultados mais promissores, o que se dá quando há correspondência entre valores e os objetivos e a serem alcançados.

Situações do mundo real também foram o foco da investigação de Vasconcelos (2016), com propostas para trabalhar com turmas do ensino médio realizando atividades de modelagem matemática envolvendo sequências numéricas, especificamente os conceitos de progressão aritmética e geométrica, por meio de três atividades. Na primeira, com base no conceito de matemática financeira, a sugestão foi de mostrar aos alunos a diferenças entre juros compostos e simples e, posteriormente, como utilizá-los em progressões aritméticas e geométricas. Como se trata desse nível de ensino, segundo Tartuce et al. (2018), é um período em que os alunos alicerçam noções e capacidades básicas, visto que estão prestes a ingressar na faculdade e no mercado de trabalho.

Continuando com suas sugestões, Vasconcelos (2016) orienta que o professor poderá separar os alunos em grupos, supervisionar as estratégias apresentadas por cada um deles para chegar às possíveis soluções para o problema proposto, de modo que os alunos percebam como o montante se acumula a cada mês para diferentes tipos de juros. Essas propostas de

atividades com uso da modelagem matemática com alunos do ensino médio remete ao que Bassanezi (2015) defende sobre o papel dos docentes no uso da modelagem matemática, visto que a maior dificuldade encontrada é a de transpor a barreira do ensino como vinha sendo conduzido, para uma metodologia de ensino mais criativa e que envolva os alunos.

Vasconcelos (2016) apresenta também uma segunda proposta, com apresentação da teoria de progressão aritmética e suas aplicações, por meio da resolução de problemas envolvendo cálculos do número necessário de radares em uma rodovia, com discussão de hipóteses para resolução e auxílio do professor mediando as propostas de resolução e debates entre os grupos em prol de chegarem aos resultados. Na terceira proposta, a progressão geométrica pode ser aplicada na resolução de um problema sobre quantas vezes deve-se dobrar um papel para se obter a espessura equivalente ao comprimento de uma volta no planeta, com base em discussões sobre possíveis soluções. Nessa direção, utilizar essa metodologia pode ser promissor em aulas de matemática, pois, segundo Bisognin e Bisognin (2012), a modelagem matemática é valorizada pelos alunos por ter um caráter utilitário e prático, e acaba por despertar a curiosidade, o interesse, como também por motivá-los para os estudos nessa disciplina.

Essas experiências propostas no estudo de Vasconcelos (2016) podem possibilitar que alunos e professores se envolvam na resolução de problemas baseados em situações do mundo real, além de ajudá-los a compreender gestão financeira de gastos com juros e radares em uma rodovia. É nessa perspectiva que, segundo Bassanezi (2002), devem ser realizadas aulas com a modelagem matemática, usando-a de modo que os alunos possam formar um pensamento crítico sobre diversas situações do universo em que estão inseridos.

O desenvolvimento da autonomia e da comunicação foi oportunizado pela metodologia de pesquisa utilizada no estudo de Pereira (2017), pois envolveu alunos do ensino médio em situações reais, fazendo visitas na cidade em que residem com observação das formas geométricas dessa cidade. Posteriormente, em aula puderam elaborar atividades com aplicação dos conceitos de geometria espacial, respondendo a questões referentes às formas geométricas com base nos cenários observados por eles nessas visitas e ainda apresentando essas

observações para todos os alunos em discussões acaloradas sobre as questões levantadas.

Essas oportunidades oferecidas aos alunos pesquisados por Pereira (2017), em desenvolver a autonomia e o pensamento crítico vêm ao encontro do direito garantido pela Lei 9394/1996, ao estabelecer que deve haver o aprimoramento do aluno como pessoa humana, propiciando-lhe uma formação ética e “o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”. Para Tartuce et al. (2018), a formação dos alunos para agirem com autonomia na sociedade é um item primordial dentre as variadas funções do ensino médio, uma etapa essencial na formação dos indivíduos.

Além disso, uma atividade relevante que se observa na metodologia de pesquisa de Pereira (2017) foi a elaboração de problemas matemáticos pelos alunos com base nas observações das formas geométricas da sua cidade e a resolução desses problemas. Pode-se notar que foi uma oportunidade oferecida aos alunos que vai ao encontro ao que Boeri e Vione (2009) apontam, ao tratar de modelagem matemática, como a oportunidade dada aos alunos de matematizarem e modelarem problemas e situações da realidade deles, o que propicia o desenvolvimento de novas ideias e a construção de novos conhecimentos sobre os conceitos matemáticos estudados.

A resolução e socialização dos problemas criados pelos alunos feita pelos grupos para todos os alunos, gravação da aula em vídeo para posterior avaliação pelos próprios alunos, bem como a elaboração de um relatório final sobre todas essas atividades desenvolvidas para fins de avaliação do processo vivenciado, mostra que o tempo todo Pereira (2017) se preocupou, fundamentado na modelagem matemática, em mostrar aos alunos a aplicação de conceitos de geometria espacial. E mais, possibilitou situações em que pudessem compreender e refletir sobre a presença e a aplicação da matemática da sala de aula em situações de seu cotidiano, de modo a amenizar dificuldades que os alunos vinham apresentando nas avaliações externas das quais a escola participa.

Essa metodologia utilizada por Pereira (2017) vem ao encontro do que Bassanezi (2002) menciona sobre a modelagem matemática no ensino dessa disciplina, sobre as possibilidades de aplicações matemáticas na resolução de problemas que possibilitam aos alunos o desenvolvimento de capacidades e

atitudes, de modo a torná-los criativos e habilidosos e com competências para explorar novas situações na resolução de problemas. Para Bassanezi (2002), a aplicação da modelagem matemática pode propiciar aos alunos converterem eventos rotineiros em situações problema envolvendo a matemática, as quais os alunos buscam resolver a partir de respostas emitidas por eles em vocabulário habitual e chegando à formalização do conceito com auxílio do professor, o que lhes propicia ampliar a compreensão.

Envolver a modelagem matemática para estudo de conceitos matemáticos foi a abordagem dada por Moraes (2019), com pesquisa qualitativa realizada com alunos do ensino médio de uma escola pública localizada em Uberlândia-MG. As atividades propostas foram sequências didáticas a partir de pesquisa dos alunos em textos extraídos de jornais, revistas ou sites que abordassem carros populares novos do mercado brasileiro, para preenchimento de uma tabela contendo informações sobre diferentes tipos de automóveis. Com base na Modelagem Matemática, os alunos tiveram que familiarizar-se com os termos matemáticos empregados nessa etapa, quais sejam: coluna, linha e matriz.

Nesse estudo de Moraes (2019), observa-se que como docente e pesquisador, ele buscou uma maneira de provocar um maior envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem dos conceitos matemáticos, o que vai ao encontro do que Bassanezi (2002) considera, quando opta pela inclusão da modelagem como metodologia de ensino, com a resolução de problemas e aplicações de conceitos dessa disciplina em situações reais. Para esse autor, essa inclusão oportuniza aos alunos um rico arsenal para que possam compreender e interpretar a própria matemática em todas suas facetas.

Em uma segunda etapa do estudo, Moraes (2019), ao final da sequência didática proposta, solicitou aos alunos que modelassem problemas semelhantes ao problema que lhes foi apresentado em formato matricial, e ainda a multiplicação de uma matriz por um vetor. Esse tipo de atividade corrobora com o que Biembengut e Faria (2009) evidenciam sobre a aplicabilidade da matemática por meio da resolução de situações-problema do cotidiano, visto que ao ser incorporada pelos docentes nas aulas, os alunos precisam conseguir identificar a matemática presente nas mais variadas áreas do conhecimento humano.

Na sequência, a atividade proposta pelo professor e pesquisador Moraes (2019) envolveu o conceito de matriz transposta, com base no tema custo de diferentes tipos de tábuas de madeira e, ainda, em outra atividade envolveu como temática o acesso a canais de um youtuber, considerando as visualizações: gostei e não gostei. A escolha desse tipo de atividade que utilizou, envolvendo temas que são familiares à vivência dos alunos, pode possibilitar ampliar a compreensão, o que é evidenciado nos argumentos de Bassanezi (2002), para quem os processos aplicativos podem facilitar aos alunos compreenderem melhor os conceitos matemáticos e suas aplicações, de modo a valorizarem a própria matemática.

Segundo Moraes (2019), pode-se observar a semelhança na aprendizagem do mesmo conteúdo nos dois grupos pesquisados: o que utilizou a forma convencional e o que utilizou a modelagem matemática. No entanto, houve preferência dos alunos pela utilização da modelagem matemática para estudar o conteúdo matemático. Dessa maneira, conclui que, embora tenha consumido mais tempo, foi compensadora a preparação da aula, pois facilitou o controle da disciplina da turma e ampliou o interesse e envolvimento dos alunos nas aulas. Oferecer possibilidades aos alunos de enfrentamento de problemas genuínos a partir de experiências que possuem vai ao encontro do que preconizam Borssoi e Almeida (2013) sobre a modelagem matemática, quando mencionam que essa metodologia vem contribuir para desenvolver nos alunos uma infraestrutura intelectual que lhes propicie solucionar novas situações problema.

Para ampliar a compreensão e facilitar a visualização, construiu-se o Quadro 7, em que constam os contextos em que as atividades foram realizadas pelos alunos ou os temas tratados nas aulas, e os conceitos matemáticos estudados com o uso da modelagem matemática.

Quadro 7 – Síntese das metodologias das dissertações

AUTOR (ANO)	Contextos e temáticas	Conceitos matemáticos estudados
Brumano (2014)	Restaurante self-service	Análise combinatória
Grams (2014)	Música	Trigonometria, logaritmos, progressão geométrica e função exponencial

Santos (2014)	Movimento do sol	Trigonometria e representação gráfica de movimentos periódicos
Costa (2015)	Fábrica de refrigerantes	Regra de três simples e composta, geometria, porcentagem e juros simples e composto
Pereira (2015)	Analfabetismo e gravidez na adolescência	Porcentagem, funções e estatística
Faquini Helena (2016)	Consumo de álcool (proposta)	Funções exponenciais e logarítmicas
Vasconcelos (2016)	Gestão financeira; disposição de radares; comprimento do planeta (proposta)	Juros simples e compostos/progressões aritméticas e geométricas; progressão aritmética; progressão geométrica
Pereira (2017)	Passeio pela cidade observando formas geométricas	Geometria espacial
Moraes (2019)	Pesquisa de carros populares novos no mercado brasileiro; custo de tábuas de madeira e acesso a canais de um youtuber	Coluna, linha e matriz, matriz transposta

Fonte: Elaborado pela autora

As escolhas dos temas para aplicar a modelagem matemática para alunos do ensino médio pelos autores das dissertações evidenciam a simulação de modelos reais com a intenção de presumir o comportamento matematicamente, como por exemplo no trabalho de Pereira (2015), em que os alunos, através dos dados sobre porcentagem de analfabetos acima de 7 anos e grávidas com idade entre 15 e 19 anos, foram capazes de construir um gráfico semelhante ao real, utilizando conceitos matemáticos. Além disso, foi notório o envolvimento dos alunos nas atividades, revelando um entusiasmo em aprender e esclarecer dúvidas que eles não apresentavam em aulas expositivas.

5.4 MODELAGEM MATEMÁTICA NAS METODOLOGIAS DE PESQUISA DOS ARTIGOS ANALISADOS

As metodologias de pesquisa dos artigos analisados trazem a modelagem matemática como um recurso metodológico para o ensino e a aprendizagem de conceitos dessa disciplina com alunos do ensino médio. Para melhor visualização, elaborou-se o Quadro 8, que apresenta as metodologias de pesquisa utilizadas por esses pesquisadores, muitas vezes *ipsis literis* ao que colocaram em seus artigos.

Quadro 8 – Metodologias dos artigos analisados

AUTOR (ANO)	METODOLOGIA
Pinheiro, Alves e Silva (2016)	Foi proposta aos alunos investigados uma atividade de modelagem matemática que buscou relacionar aspectos de seu cotidiano com o conteúdo função polinomial do 1º grau. A comunidade pesquisada tem como atividades econômicas predominantes: colheita de açaí, pesca de camarão, atividade madeireira e olaria. O período em que a atividade foi desenvolvida coincidiu com a safra do açaí, por isso optou-se que este fosse o tema da modelagem.
Santana (2016)	Na pesquisa de campo consistiu na realização de atividades sala de aula envolvendo a Estatística em grupos de 3 ou 4 estudantes, momento no qual foi atribuída certa autonomia aos estudantes para fazerem suas escolhas. Essas atividades foram investigativas e em grupo, com elaboração de relatórios visando ao exercício da comunicação (estatística) escrita, debates sobre as escolhas feitas nas fases da investigação com o propósito de exercitar a argumentação e refletir sobre as possibilidades de uso do conhecimento estatístico, tomadas de decisão, uso de planilha eletrônica (BrOffice Calc), pesquisa extraclasse. Os temas escolhidos foram internet, consumismo, faixa etária. Algumas vezes, os relatórios foram socializados e discutidos com toda a turma.
Lima e Gonçalves (2017)	A pesquisa apresentou uma experiência educacional voltada para o ensino e aprendizagem de Estatística sob o aporte da Modelagem Matemática com base em atividade de pesquisa, sobre os Temas Transversais, a saber: Saúde, Ética, Pluralidade Cultural, Meio Ambiente, Orientação Sexual e Temas Locais. Empreendida em duas turmas do segundo ano do ensino médio, os dados foram coletados utilizando: a observação participante, o diário de campo e construção de portfólio para armazenamento das principais atividades (entrevistas, dados tabulados, gráficos, comentários interpretativos, entre outros) desenvolvidos em sala de aula.
Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019)	Trata-se de uma pesquisa qualitativa, com intervenção pedagógica, realizada com alunos do 1º ano do Ensino Médio, em um colégio da rede privada de Curitiba-PR, utilizando a Resolução de Problemas e a Modelagem Matemática. Essas aulas envolveram realização de atividades sobre progressão aritmética, estatística, porcentagem e funções exponenciais. Essas atividades abordaram as temáticas: presença de adolescentes em academias, uso de celular e seu impacto no cotidiano do ser humano e efeitos da maconha no organismo das pessoas.
Silva, Aguiar e Siple (2019)	A pesquisa é qualitativa e como metodologia foram aplicadas em sala de aula questões para verificar o conhecimento dos alunos, em relação à função quadrática. Nas atividades foi usada a modelagem matemática e tomou-se por base o conceito de aprendizagem significativa de Ausubel. Dessa forma, foram propostos modelos matemáticos abordando função quadrática e sua relação com os fenômenos aviônicos de decolagem e sustentação de uma aeronave, bem como realizadas simulações utilizando o software matemático GeoGebra.

Fonte: Elaborado pela autora

A escolha de temáticas do contexto dos alunos também foi a opção utilizada no estudo de Pinheiro, Alves e Silva (2016), que realizaram atividades envolvendo a modelagem matemática com 24 alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola municipal de uma comunidade ribeirinha do Rio Inamarú,

em Muaná na região do Marajó no Pará. A proposta para os alunos foi que a partir do tema colheita do açaí, eles desenvolvessem atividades sobre o conceito de funções polinomiais de primeiro grau, pois era época de colheita desse fruto na região em que se deu essa pesquisa. Observa-se assim, que a escolha foi de um tema diretamente ligado ao cotidiano dos alunos, como é defendido por Bassanezi (2015), uma questão fundamental para a utilização de modelagem matemática nas aulas. Para esse autor, é preciso converter cenários da realidade em questões matemáticas e, assim, possibilitar que os resultados obtidos sejam comentados no vocabulário rotineiro desses estudantes, para um aprendizado mais significativo.

Pinheiro, Alves e Silva (2016), para desenvolverem as atividades por meio da modelagem matemática, basearam-se no primeiro dos três casos propostos por Barbosa (2001), em que o problema é apresentado aos alunos, juntamente com todos os dados fundamentais para se chegar à solução. A escolha se justifica porque os alunos daquela região apresentaram dificuldades em adaptar-se às mudanças de metodologias de ensino, visto que tinham acabado de ingressar no ensino médio. Já no segundo caso, conforme Barbosa (2001), os alunos teriam que receber um problema proveniente de outra realidade e precisariam coletar dados básicos para que conseguissem resolver e, no terceiro caso, os alunos receberiam um tema aleatório sem um problema matemático e, a partir desse tema, seriam solicitados a criar um problema, coletar as informações e resolvê-lo. Ações como a de Pinheiro, Alves e Silva (2016) vão ao encontro do que preconizou Bassanezi (2015) sobre a relevância da modelagem matemática como metodologia de ensino, sendo utilizada na obtenção de explicações ou compreensão de situações reais.

Foi um momento em que os alunos, em grupo, participaram, discutindo situações envolvendo as despesas e o lucro da produção do açaí, relacionando-os com funções matemáticas, com apresentação de soluções adequadas aos problemas. Além disso, a todo momento contaram com auxílio do professor como mediador. Esse tipo de atuação docente, ao propor dinâmicas e atuar como orientador do processo de ensino é, segundo Bassanezi (2015), uma maneira de auxiliar os alunos na seleção e organização de informações, e a criar meios para a resolução de problemas colocados, em um contexto em que a modelagem matemática provoca os alunos e os leva a questionamentos até que

obtenham respostas, comportando-se como atores principais no processo de construção da própria aprendizagem.

Atividades envolvendo situações com temática da vida cotidiana dos alunos em modelagem matemática nas aulas também foi a metodologia de pesquisa usada por Santana (2016), que realizou sua atividade de pesquisa com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da Rede Estadual em Carlos Chagas, Minas Gerais. Abordando a Estatística, foram colocadas questões para que esses alunos respondessem, sempre mediados pelo professor-pesquisador. Esse tipo de atividade proposta por Santana (2016) deu autonomia a esses alunos para construírem relatórios e explicarem a forma que raciocinaram para a resolução das questões. Posteriormente apresentaram seus resultados para a turma, atingindo o objetivo de prática da argumentação e utilização da planilha eletrônica BrOffice Calc, a partir dos temas internet, consumismo e faixa etária.

Como se pode observar, Santana (2016) colocou ênfase na participação dos alunos em cada etapa, e do uso das TDIC para melhor conduzir o processo educativo, o que vai ao encontro do que está colocado na BNCC (BRASIL, 2018), que traz como orientação que a utilização dessas tecnologias pode possibilitar que os alunos construam uma visão mais integrada dos conceitos matemáticos, em uma perspectiva da aplicação desses conceitos em situações da realidade.

Também objetivando o estudo da estatística com base na modelagem matemática e no uso das TDIC, Lima e Gonçalves (2017), em sua investigação, realizaram atividades com alunos do 2º ano do ensino médio da Escola de Ensino Médio Lauro Rebouças de Oliveira em Limoeiro do Norte, Ceará. As temáticas trabalhadas foram escolhidas pelos alunos, como por exemplo: saúde, meio ambiente, orientação sexual, entre outros. E a tomada de decisão sobre o que fazer e utilizar na resolução dos problemas foi fundamental para despertar o interesse desses alunos na realização das atividades.

Nota-se que a atitude de Lima e Gonçalves (2017) condiz com o que postula Moreira (2014), para quem o professor deve apresentar uma formação científica capaz de relacionar diversos assuntos com o conteúdo teórico das disciplinas, sempre associando o que é dito ao que é feito, buscando sempre envolver o aluno na construção do saber. Os alunos pesquisados puderam, com base nas informações plotadas em histogramas e gráficos de setor e de barras,

representar os dados e estudar conceitos estatísticos como média, mediana, moda, dispersão, desvio padrão e variância.

Além dessas atividades, Lima e Gonçalves (2017) solicitaram aos alunos a elaboração de portfólios em que registraram as entrevistas que realizaram, os dados que tabularam, os gráficos construídos e os comentários interpretativos, com posterior apresentação em sala de aula dos resultados para seus pares e pesquisadores. Essa interação propiciada na investigação tem grande relevância na construção do conhecimento pelos alunos, como esclarece Boeri e Vione (2009) sobre a modelagem matemática que surgiu para inovar as metodologias das aulas, colocando o aluno como ator do processo educativo.

A resolução de problemas e a modelagem matemática foram subsídios da pesquisa de Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019), realizada com três turmas de 35 alunos do 1º ano Ensino Médio de uma escola da rede privada em Curitiba, Paraná. Abordar temas do cotidiano para despertar o interesse dos participantes foi um recurso das atividades aplicadas, e os temas envolvidos em primeira etapa foram as redes sociais e adolescentes na academia, com questões referentes à saúde da musculatura humana, vícios em redes sociais e benefícios do celular na vida das pessoas, para o estudo do conceito de progressão aritmética. São procedimentos de experimentação de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2000), que evidencia a necessidade de um estudo da matemática de forma interdisciplinar para que a aprendizagem seja consolidada com base em situações da rotina dos estudantes, instigando a comunicação entre alunos e professores para estimular a construção do saber.

Na segunda etapa do estudo de Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019) realizaram um projeto interdisciplinar com o tema “efeitos da maconha no organismo”, envolvendo diversas disciplinas, para que trabalhassem ideias em diferentes áreas. Nesse sentido, os alunos, em grupos favoráveis e contrários à legalização da maconha, defenderam seus argumentos respaldados em evidências científicas, a partir das leituras realizadas. Os estudantes abordaram o assunto nas aulas de matemática, com questionamentos que puderam ser esclarecidos com recursos matemáticos, como por exemplo, o cálculo do tempo que a droga continua no corpo, que pode ser demonstrado em tabelas e gráficos para provar que pode representar uma função exponencial.

Esses procedimentos em aula utilizados por Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019) são compatíveis com as orientações da BNCC (BRASIL, 2018) para a necessidade de articular conhecimentos matemáticos em situações que abordem os desafios do mundo contemporâneo, com a análise de problemas sociais, por exemplo, voltados à saúde, entre outros, de forma a envolver a matemática, o que promove a compreensão por parte dos alunos com maior motivação e interesse.

A metodologia utilizada por Silva, Aguiar e Siple (2019) foi envolver a função quadrática utilizando a modelagem matemática, usando como tema a decolagem de uma aeronave, com alunos do primeiro ano do ensino médio (EJA) do Colégio Professora Neide Krüger, em Joinville-SC. O estudo sobre a sustentação de uma aeronave foi realizado com discentes do Centro de Educação de Jovens e Adultos (CEJA) em São José-SC. Foram propostas situações-problema com todos os dados pertinentes, e aos alunos coube procurar os resultados. A primeira atividade buscou compreender se os alunos apresentavam noções prévias sobre a função quadrática, envolvendo dados de procedimentos de decolagem. Já na segunda atividade, em uma situação-problema sobre a decolagem de uma aeronave, os estudantes em grupos promoveram discussões acerca dos questionamentos que emergiram na atividade.

Na terceira atividade proposta por Silva, Aguiar e Siple (2019), os alunos foram interrogados sobre funções quadráticas, e na quarta atividade eles utilizaram o aplicativo GeoGebra para encontrar variáveis como aceleração, velocidade inicial e posição inicial da aeronave em simulações. Em seguida, os alunos individualmente criaram as relações entre conceitos e ideias sobre a função quadrática e decolagem da aeronave na quinta e na sexta atividade e, na sétima e última atividade formaram duplas para relacionar os conceitos das duas atividades realizadas.

Nota-se que nessa pesquisa Silva, Aguiar e Siple (2019) se preocuparam constantemente com a execução das atividades serem realizadas a todo momento pelos alunos, o professor presente como mediador para auxiliá-los e questioná-los a todo momento, com o objetivo de incentivá-los a buscarem as respostas através de discussões e interpretações de assuntos interessantes da vida real, qual seja, movimentos de um avião. De acordo com Bassanezi (2002)

a modelagem matemática é uma ferramenta crucial para auxiliar na criação do intelecto do estudante, diante de situações-problemas apresentados o aluno é capaz de elaborar um mapa mental e conceitual sobre a relação entre teoria e prática, aprendendo a resolver questões de forma crítica e individual, tanto na vida escolar quanto no mercado de trabalho, sem o auxílio de um professor facilitador.

Assim como foi feito nas análises das metodologias utilizadas nas dissertações, foi elaborado o Quadro 9 para auxiliar a visualização e sistematizar os contextos e temáticas abordados e os conceitos matemáticos envolvidos nas atividades realizadas com a modelagem matemática.

Quadro 9 – Síntese das metodologias dos artigos

AUTOR (ANO)	Atividade analisada	Conceitos matemáticos
Pinheiro, Alves e Silva (2016)	Colheita do açaí	Funções polinomiais de primeiro grau
Santana (2016)	Internet, consumismo e faixa etária	Estatística
Lima e Gonçalves (2017)	Saúde, meio ambiente, orientação sexual, entre outros	Estatística (média, mediana, moda, dispersão, desvio padrão e variância)
Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019)	Redes sociais e adolescentes na academia; efeitos da maconha no organismo	Progressão aritmética; função exponencial
Silva, Aguiar e Siple (2019)	Movimento aviônico	Função quadrática

Fonte: Elaborado pela autora

As inovações das metodologias de ensino com a modelagem matemática, conforme propostas e experimentadas pelos pesquisadores dos artigos estudados, mostram que exigem do professor que as aulas não sejam somente expositivas, devendo haver uma mesclagem com metodologias em que os alunos possam agir de forma ativa nas aulas. Dessa maneira, os profissionais da educação deverão continuar estudando sobre diversos assuntos de modo a adquirir habilidades e competências para uma atuação com interação com os alunos, sendo necessário muitas vezes a comunicação e ação colaborativa, buscando respostas envolvendo professores de outras disciplinas, já que os temas escolhidos podem ser trabalhados de forma interdisciplinar.

5.5 RESULTADOS APRESENTADOS NAS DISSERTAÇÕES ANALISADAS

No percurso das investigações, os pesquisadores das dissertações analisadas chegaram aos resultados que foram motivo de comparação nesta seção. Observou-se especificamente o uso da modelagem matemática no estudo dos conceitos matemáticos envolvidos nas atividades de pesquisa, bem como em relação às sugestões que apresentaram.

Como resultados apontados no estudo de Brumano (2014), mostra que a modelagem matemática pode propiciar maior e melhor integração entre alunos e professor, bem como oportunizar a construção do conhecimento sobre os conteúdos estudados de forma mais ampliada e com significado, por meio da contextualização em situações que remetem ao mundo real dos alunos. Além disso, sugere-se que a modelagem matemática seja adotada como um recurso metodológico para o ensino da Análise Combinatória, por exemplo, de difícil compreensão pelos alunos nas aulas, por sua complexidade; bem como de outros conteúdos matemáticos, por ser capaz de trazer inovação para o ensino dessa disciplina.

Resultados trazidos pela investigação realizada por Grams (2014) comprovaram que os alunos participantes podem, por meio da modelação matemática, observar os problemas, elaborar hipóteses, refletir, interpretar e apresentar a solução desses problemas, o que lhes possibilitou perceberem que os conteúdos teóricos da matemática são aplicáveis ao estudo de conceitos musicais. Essa constatação vem corroborar com o que defenderam Pontes e Madruga (2019) sobre a relação entre a matemática e a música, que, ao apreciar as estruturas musicais básicas e suas transformações, repetições, ou permutações entre si, os alunos podem observar os conceitos matemáticos em uma escala mais elevada.

Ainda como resultados, Grams (2014) salientou que foi possível identificar a percepção desses alunos sobre os conceitos matemáticos envolvidos no tema Música com base na modelagem matemática, o que lhes atribuiu significado para a compreensão desses conceitos de matemática no ensino médio. A recomendação dada foi para que outros estudos possam dar continuidade e envolver maior número de estudantes, e que o Material de Apoio Didático elaborado no âmbito dessa pesquisa seja utilizado no estudo da matemática nas

aulas do ensino médio. Pode-se dizer que esse estudo de Grams (2014), ao permitir aos alunos do ensino médio participarem das aulas em situações - problema com base na modelagem matemática envolvendo conceitos matemáticos, está em acordo com o que Pontes e Madruga (2019) evidenciam, que o ideal é que os estudantes possam perceber que o conhecimento construído em sala de aula também tem aplicação em seu cotidiano.

Os resultados do estudo de Santos (2014), professor e pesquisador, mostraram que os alunos apresentaram dificuldades em conteúdos matemáticos não observadas em aulas. Dessa forma, mostra que a modelagem matemática como metodologia de ensino para o estudo da função seno pode trazer novas oportunidades a alunos e docentes da educação básica, no entanto, ao possibilitar a participação ativa dos alunos na construção dos conhecimentos, exige do professor mudanças na prática pedagógica. Essas constatações de Santos (2014) vão ao encontro do que evidenciou Madruga (2016) em seu estudo sobre a modelagem matemática como metodologia de ensino nas aulas, visto que mostra-se como uma possibilidade que pode auxiliar na formação desses estudantes, para serem capazes de identificar e solucionar questões da atualidade, além do desenvolvimento da criatividade.

O foco dos resultados apresentados por Costa (2015) foi que em aulas no Ensino Médio, a matemática, estando presente em uma situação da realidade do aluno, possibilita-lhes explorar seus conceitos de forma interdisciplinar com outras áreas como Química, Física e Biologia, com base na prática da modelagem matemática. Esse tipo de atividade garante uma participação e colaboração dos estudantes nas atividades, despertando-lhes a curiosidade e podendo levá-los a fazerem perguntas sobre a temática em estudo e a participação nas discussões nas aulas com autonomia.

São resultados que confirmam o que foi sugerido pelos PCNEM (2000) sobre a necessidade da interdisciplinaridade do aprendizado científico e matemático na construção do conhecimento, e reafirmado nas sugestões da BNCC (2018), que prevê uma visão integrada da Matemática em diferenciados contextos, aplicada à realidade, levando em consideração as vivências dos alunos do Ensino Médio. Além disso, ao basear-se em situações reais, com uso da modelagem matemática nas aulas, segundo Goulart (2015), pode-se

promover a aproximação da teoria e da prática, proporcionando uma postura interdisciplinar e um ambiente favorável a aprendizagem.

Nos resultados do estudo de Pereira (2015), a oportunidade de relacionar a teoria e a prática também foi observada, pois o trabalho com a modelagem matemática constituiu-se em uma nova concepção de estudo na disciplina matemática, o que propiciou a interação dos alunos com a realidade e conferiu-lhes mais sentido em aprender Matemática. Ainda apontaram que trabalhar com a modelagem matemática pode tornar o docente mais entusiasta em seu papel de mediador das situações para que os alunos fiquem aptos a enfrentarem adversidades da vida.

São resultados que corroboram Burak (2004), pois evidencia em seus estudos que quando o professor utiliza metodologias próximas à realidade os alunos, eles demonstram mais interesse pela compreensão dos conteúdos estudados. Isto também está nos resultados da investigação de Faquini Helena (2016), pois, embora tenha proposto a modelagem matemática como metodologia nas aulas com atividades envolvendo situação próxima ao cotidiano dos alunos, são atividades que podem explorar noções e propriedades das funções de uma forma mais natural, com base no contexto do consumo de álcool, o que pode possibilitar-lhes melhor compreensão das implicações desse consumo para a vida das pessoas. Esses resultados vão ao encontro do que defende Borssoi e Almeida (2013), para quem, com a modelagem matemática, dá-se aos alunos a oportunidade de ressignificar os conceitos estudados e construir outros conhecimentos sobre novos conceitos frente à necessidade de sua utilização em novas situações.

A importância de interpretar situações problema envolvendo dados da vida real também foi contemplada nos resultados da pesquisa de Vasconcelos (2016), pois, considerou que ao abordar o estudo de sequências e séries numéricas na disciplina matemática no ensino médio por meio da modelagem matemática, observou que os alunos participantes participaram das discussões e reflexões, o que pode levá-los a melhor compreenderem os conceitos matemáticos estudados nas aulas. Bem próximos, os resultados da pesquisa de Pereira (2017) mostraram contribuições da modelagem matemática ao trabalhar os conteúdos Geometria espacial de forma vinculada a situações do mundo real, o que pode conferir aos alunos uma formação para agir com criticidade e

autonomia. São resultados retratados em colocações da BNCC sobre a formação dos alunos desse nível de ensino, quando coloca a escola como responsável por contribuir para a formação da criticidade e da autonomia desses jovens para que fiquem aptos a tomar decisões responsáveis e fundamentadas quando se fizerem necessárias (BRASIL, 2017, p. 463).

Os resultados apresentados por Moraes (2019) fogem um pouco dos resultados dos outros estudos, pois evidenciam que ao utilizar a modelagem matemática com os alunos do ensino médio pesquisados, os resultados em relação à compreensão dos conceitos estudados foram semelhantes aos obtidos da forma convencional de aulas. No entanto, pode-se perceber a notória preferência desses alunos por essa forma de atividade por meio da modelagem matemática, e que o tempo depreendido na preparação das aulas é compensatório quando se nota o envolvimento e interesse desses alunos nas aulas. As orientações da BNCC (2017) auxiliam a compreender esses resultados do estudo de Moraes (2019), ao afirmar que no âmbito das aulas devem ser criadas situações mais colaborativas de trabalho com os alunos, organizadas com base em seus interesses, de maneira a favorecer seu protagonismo.

5.6 RESULTADOS APRESENTADOS NOS ARTIGOS ANALISADOS

Continuando com os resultados a que chegaram os pesquisadores nos artigos analisados, nota-se que também foram baseados no uso da modelagem matemática em aulas de matemática no ensino médio. A começar pelos resultados apresentados por Pinheiro, Alves e Silva (2016), verificaram que a realidade em que o aluno se insere influencia positivamente em seu aprendizado, se for desenvolvido um trabalho que considere seus saberes já construídos como base para a sua aprendizagem.

Além disso, Pinheiro, Alves e Silva (2016) observaram que os alunos conhecem os registros da matemática institucionalizada, no entanto, mostraram encontrar dificuldades quando os conceitos matemáticos lhes foram apresentados de maneira diferente das aulas expositivas. Todavia, para os pesquisadores, essas dificuldades podem ser superadas se esses alunos forem colocados como agente da própria aprendizagem, em situações de resolução de problemas com a aplicação dos conceitos matemáticos. Essa colocação vai ao

encontro do que orienta a BNCC (2018), quando diz que o ensino da matemática deve assegurar aos alunos que reconheçam os conhecimentos dessa área como fundamentais para a compreensão dos fenômenos e atuação no mundo e que a matemática, além de favorecer o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, pode estimular a investigação e ser prazerosa.

Os resultados mencionados por Santana (2016) mostram que a implementação de uma proposta com base na modelagem matemática pode favorecer para que as atividades se tornem mais prazerosas e motivadoras para alunos que, em grupos, realizam resolução de atividades envolvendo o letramento estatístico. No entanto, observaram que para o docente pesquisador foi difícil abandonar a comunicação sanduichada, pois acabou por colocar perguntas para os alunos responderem, quando os alunos poderiam ter sido mais instigados, provocando mais discussões em prol da autonomia na aprendizagem. Essa resistência dos professores às mudanças é explicada por Bassanezi (2015), ao mencionar que transpor o ensino comum já perpetrado em favor de práticas inovadoras e criativas é a maior dificuldade dos docentes que optam por adotar a modelagem matemática em suas aulas. Para essa transformação da educação, é essencial mudar métodos e processos já utilizados para outros alternativos, em prol da construção dos conhecimentos.

Colocar os discentes como produtores de conhecimentos também foi um aspecto observado nos resultados da investigação de Lima e Gonçalves (2017), ao afirmarem que o estudo contribuiu para favorecer aos participantes uma formação crítica frente à realidade. Entretanto, defendem a ampliação de ações educativas que tenham a matemática como uma ferramenta que possibilite a compreensão e a transformação da realidade. Pensar a matemática em uma perspectiva de mudanças na formação dos alunos vai ao encontro do que orienta a BNCC (2018) ao tratar das competências da educação básica, dentre as quais está exercitar a curiosidade intelectual dos alunos, incluindo a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, dentre outras.

A resolução de problemas com base na modelagem matemática em situações de carácter interdisciplinar e contextualizado foi abordada nos resultados da pesquisa de Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019). Outro aspecto referenciado foi a mediação do professor, a qual possibilitou que os alunos tivessem orientações apropriadas, de forma a compreenderem os conteúdos

matemáticos envolvidos nas situações propostas para resolução, o que pode embasar esses alunos científica e tecnologicamente para a atuação deles na sociedade. Observa-se conformidade com a BNCC (2018, p. 527), que orienta que os estudantes no ensino médio “devem desenvolver e mobilizar habilidades que servirão para resolver problemas ao longo de sua vida; por isso, as situações propostas devem ter significado real para eles”.

A modelagem matemática na aprendizagem de conceitos matemáticos e compreensão de suas aplicações em situações do mundo real foi o enfoque dos resultados de Silva, Aguiar e Siple (2019). Em atividades em duas turmas do ensino médio, observaram que essa metodologia pode auxiliar os alunos em uma aprendizagem com atribuição de significado, ampliando assim a compreensão. Pode-se dizer que esse estudo está de acordo com o que orienta a BNCC (2018) em relação à uma renovação do Ensino Médio, de modo que haja uma transformação no espaço escolar, para que os alunos se sintam mais acolhidos, podendo assim fomentar competências para utilizarem no trabalho, cultura, e tecnologia, transformações nos modos de estudar a matemática no Ensino Médio.

Um aspecto observado em todos os estudos analisados é que foram diversificados os conceitos estudados nessas atividades desenvolvidas com os alunos pesquisados no âmbito das investigações que realizaram nas aulas, como os diferentes tipos de funções: função quadrática, função seno, funções exponenciais, funções logarítmicas, funções trigonométricas, função afim, função polinomial de segundo grau e outros conceitos como o de progressão aritmética e geométrica, velocidade do som, matrizes, análise combinatória, regra de três simples e composta e porcentagem, juros simples e compostos, conceitos da estatística, conceitos da geometria plana e espacial. São iniciativas dos pesquisadores que vão ao encontro do que ficou bem claro na BNCC (2018) em relação à integração de forma consistente da matemática e seus diferentes campos no ensino médio, o que é de grande importância para o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando os objetivos deste estudo, pretendeu-se investigar, por meio de um panorama de artigos e dissertações de Mestrado, no período compreendido entre 2014 e 2019, como se dá a presença da modelagem matemática no processo educativo do ensino médio, e qual sua contribuição com a inovação nos métodos de ensino dessa disciplina.

Um ponto em evidência é que a disciplina matemática continua se apresentando como desafiadora no ambiente escolar, pois os alunos ainda apresentam dificuldades na compreensão dos conceitos dessa disciplina, o que leva os docentes também a notórias dificuldades ao lecioná-la no meio escolar (D'AMBROSIO, 2011). Essa realidade mostra a necessidade do uso de metodologias diferenciadas das até então utilizadas, em que os alunos ficam passivos, não participando ativamente do processo educativo.

Nesse cenário, a modelagem matemática tem sido uma metodologia que vem sendo discutida por pesquisadores que buscam compreender como a aplicabilidade dos conceitos matemáticos em situações próximas ao mundo real pode auxiliar os atores do processo educativo. Para esses estudiosos, quando se utiliza essa metodologia nas aulas, acaba-se rompendo com a maneira usual de como a matemática tem sido ensinada, podendo possibilitar a ampliação da compreensão dos alunos (BIEMBENGUT; FARIA, 2009; BIEMBENGUT; HEIN, 2009; BIEMBENGUT; HEIN, 2010, 2015; BASSANEZI, 2002, 2015).

Com base nesses fundamentos desenvolveram-se as análises dos trabalhos selecionados, permitindo constatar que, desmistificando a dificuldade em compreender a matemática, um dos focos desses estudos foi a modelagem matemática como mola propulsora para que os alunos se sentissem instigados a escolher temas de sua realidade para a formulação e resolução de problemas, de modo que pudessem enxergar a matemática como algo interessante de se aprender, conforme objetivo dessa metodologia colocado por Biembengut (2015). Nesse sentido, a modelagem matemática tem sido uma alternativa metodológica utilizada para a inovação das aulas de matemática, pois cada vez mais, há alunos desinteressados em adquirir conhecimentos acadêmicos, o que coloca o professor a utilizar tentativas de planejamento de aulas que envolvam mais os alunos.

No geral, observa-se que para o estudo dos conceitos matemáticos, tanto as dissertações como os artigos analisados buscaram utilizar como metodologia a modelagem matemática, de maneira a facilitar os processos de ensino e de aprendizagem com base em problemas e situações do cotidiano dos alunos, alguns mais próximos, como aqueles que proporcionaram visitas dos alunos em ambientes como a fábrica de refrigerantes (COSTA, 2015), restaurante *self-service* da cidade (BRUMANO, 2014), visita dos alunos a locais da cidade para observarem e registrarem as formas geométricas (PEREIRA, 2017), e com coleta de dados para análise com uso da estatística, como os estudos de Lima e Gonçalves (2017) e Santana (2016). Como característica comum nesses estudos, a observação dos pesquisadores em relação aos alunos que se apresentaram bem mais interessados e com a curiosidade despertada, o que possibilitou-lhes participação e ação com autonomia nas atividades e, conseqüentemente, perceberem que a matemática é muito importante e presente em várias profissões, o que está em consonância com as orientações da BNCC (BRASIL, 2018), que deve-se possibilitar aos estudantes que construam uma visão mais integrativa da Matemática, compreendendo sua aplicação em situações da realidade.

Outras temáticas do cotidiano também foram abordadas nas dissertações e artigos e se mostraram interessantes, inclusive como assuntos que precisam ser discutidos em aulas para uma formação plena dos alunos, como a gravidez na adolescência e o analfabetismo (PEREIRA, 2015); internet e consumismo (SANTANA, 2016); os temas transversais, a saber: saúde, ética, pluralidade cultural, meio ambiente, orientação sexual e temas locais, por Lima e Gonçalves (2017); a presença de adolescentes em academias, o impacto do uso de celular no cotidiano das pessoas e efeitos da maconha no organismo humano, por Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019); matemática financeira, por Vasconcelos (2016); e ainda outras, como a colheita do açaí por Pinheiro, Alves e Silva (2016); a relação da matemática com a música por Grams (2014) e os fenômenos aviônicos de decolagem e sustentação de uma aeronave realizado por Silva, Aguiar e Siple (2019).

Essa diversidade de temáticas abordadas nos estudos aqui analisados mostra que, por meio da utilização da modelagem matemática, há possibilidades de colocar o aluno mais próximo no processo educativo. Ao professor, embora

demande mais tempo no planejamento de suas aulas, a modelagem matemática possibilita ampliar a autonomia dos alunos com escolha de temas do seu interesse e ligados à sua realidade para o estudo dos conceitos, o que permite seu envolvimento e interesse pelas aulas. São constatações que vão ao encontro do que salientam Boeri e Vione (2009) sobre a modelagem matemática, que para esses autores consiste em uma maneira de matematizar e modelar problemas e situações reais, e quando usada nas aulas, instiga os alunos à formulação e resolução de problemas, com o desenvolvimento de novas ideias e compreensão dos conceitos matemático estudados.

Pode-se dizer ainda que todos esses pesquisadores conseguiram mostrar nos resultados obtidos nesses estudos que a modelagem matemática consiste em uma ferramenta de ensino bastante aplicável, e que pode favorecer tanto a construção do conhecimento matemático quanto a formação dos alunos em relação a outras habilidades para a resolução de problemas, a comunicação em discussões em grupos e dos resultados obtidos nas resoluções, o que corrobora as orientações da BNCC para o Ensino Médio (2018), quando indica que para o desenvolvimento de competências que implicam em raciocinar, é preciso que os alunos possam interagir com os outros alunos e professores, a investigação, explicação e justificativa para as soluções apresentadas para problemas propostos, evidenciando-se assim os processos de argumentação matemática.

Outra característica observada em quatro dos estudos analisados é que, além da modelagem matemática, envolveram o uso das TDIC nas atividades com os alunos pesquisados, como o estudo de Silva, Aguiar e Siple (2019), com o software GeoGebra; Santana (2016), com a utilização da planilha eletrônica BrOffice Calc; Pereira (2015) com uso do Microsoft Excel e a investigação de Rocha, Lorenzetti e Kalinke (2019), que envolveu o uso do celular. Essa tendência ao uso dessas tecnologias nas práticas pedagógicas é um tanto recente, mas, segundo postulam os Parâmetros Curriculares Nacionais (2000) e BNCC (BRASIL, 2018), a educação e as tecnologias são indissociáveis.

Existem elementos que podem contribuir de forma efetiva para a integração da educação e a tecnologia, entre os quais se encontram as inovações tecnológicas aplicadas ao processo educativo e, para tanto, terão que ser alvo de formação dos professores para a atuação com essas tecnologias, visto que, conforme evidencia Castilho (2015), são uma tendência irreversível

nas práticas pedagógicas da atualidade. Isto porque, com o advento das tecnologias, é bem visível que a educação tem progredido timidamente em relação à sua introdução nos processos de ensino e de aprendizagem, essencialmente quando se trata do ensino de matemática, o que seria bastante favorável, uma vez que a educação necessita acompanhar as mudanças sociais e culturais da sociedade. Segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012), utilizar as tecnologias digitais em atividades envolvendo modelagem matemática pode possibilitar que a maioria dos esforços se concentre em ações cognitivas juntamente com a atividade de modelagem, pois a mediação feita pelo computador vem viabilizar os cálculos e as representações gráficas. Segundo Silva, Borssoi e Almeida (2015), os recursos tecnológicos como elementos mediadores em atividades utilizando a modelagem matemática é uma opção viável, visto que possuem potencial para auxiliar no desenvolvimento das atividades, desde a coleta de dados até a construção dos modelos pretendidos para a solução dos problemas.

No entanto, outro aspecto salientado por alguns dos estudos analisados é a necessidade de flexibilização e adequação dos currículos do ensino médio para a utilização dessas metodologias que demandam mais tempo para desenvolvimento das atividades pelos alunos. Borssoi e Almeida (2013) entendem que a introdução da modelagem matemática nos currículos escolares poderia possibilitar um tratamento de conteúdos curriculares e da resolução de problemas como subsídios para levar os alunos a atingir objetivos educacionais colocados. Ao se referirem a essa construção curricular, Biembengut e Hein (2009) argumentam que na educação matemática foram feitas reestruturações no currículo e métodos de ensino, de maneira a fornecer elementos que venham a desenvolver potencialidades no aluno como a capacidade de pensar criticamente e de forma independente. Assim, para que os docentes possam utilizar metodologias inovadoras no ensino de matemática e atender o que orienta a BNCC para o ensino médio (2018), o currículo para esse nível de ensino precisa ser um todo conectado, essencialmente relacionado à realidade do aluno, o que pode possibilitar o desenvolvimento cognitivo e de competências específicas, como a empatia e autoestima com capacidade para realizar atividades colaborativas com seus pares.

Outro aspecto abordado pelos estudos analisados e que merece atenção é a necessidade de reorganização e a adequação de currículos escolares que apresentam-se fragmentados, pois o conhecimento científico encontra-se amplamente subdividido em disciplinas que são desenvolvidas de forma desconectada de outras áreas e da realidade, o que tem resultado em uma carência de significado em relação aos assuntos abordados nas aulas, e, em decorrência os alunos não compreendem a relação entre os conceitos estudados em aulas e aqueles presentes em seu cotidiano. Conforme apresentado nesta investigação, a modelagem matemática pode ser promissora para transformar o ensino de matemática de forma a ficar mais atrativo para os alunos. No entanto, segundo alertam Biembengut, Hein e Loss (2010), para esses usos devem ser considerados alguns aspectos, lembrando-se de limitações oferecidas tanto para os alunos quanto para os professores, visto que a estrutura educacional tem um currículo dividido em várias disciplinas, e cada uma das disciplinas fica sob a responsabilidade de um professor, com horários para serem cumpridos. Esta é a principal dificuldade para a utilização da modelagem matemática como um método de ensino e aprendizagem na sala de aula.

No caso específico da matemática, Borssoi e Almeida (2013) admitem ser necessária a introdução de metodologias diferenciadas como a modelagem matemática nos currículos escolares, que pode possibilitar o estudo dos conteúdos curriculares de forma contextualizada e interdisciplinar, o que pode reforçar a compreensão dos conceitos pelos alunos nas aulas. Nessa direção, a valorização e prática da interdisciplinaridade, no caso específico da matemática, poderia se dar por meio da modelagem matemática, pois seria uma maneira dos alunos desenvolverem o raciocínio crítico e reflexivo, bem como a autonomia para a compreensão dos conceitos matemáticos estudados nas aulas e entendimento de como podem ser aplicados em situações da realidade.

A interdisciplinaridade foi colocada por alguns dos trabalhos promovendo a participação e o interesse dos alunos, conforme o que orienta os PCNEM (2000), para a consolidação do conhecimento com base em fenômenos do mundo real de modo a vincular a prática com a teoria estudada. Também consta na BNCC (BRASIL, 2018) que no ensino de matemática a escolha de temas que possibilitem a contextualização dos assuntos estudados pelos estudantes é

bem-vinda, visto que os auxilia a refletirem e desenvolverem o poder de argumentação diante de diversas situações.

O ato de se inserir uma metodologia de ensino inovadora na construção do conhecimento é algo bastante complexo, uma vez que mexe em estruturas já existentes nos processos de ensino e aprendizagem, e que podem estar cômodas para muitos professores. No estudo de Santana (2016), por exemplo, ele menciona a resistência dos professores às mudanças, que também é citada por Bassanezi (2015), ao aludir que transpor um ensino já sedimentado para utilização de práticas pedagógicas criativas e inovadoras constitui-se na maior dificuldade dos docentes para o uso da modelagem matemática nas aulas, com outras metodologias promissoras para a aprendizagem da matemática. Essas dificuldades poderiam ser amenizadas e até superadas se houvesse uma reestruturação do currículo das licenciaturas de modo que, desde a formação inicial, os professores dessa disciplina tivessem contato com práticas educativas que integrem as TDIC às metodologias de ensino nessa disciplina, como por exemplo, a modelagem matemática.

Sobre essa importância da formação dos professores para a inovação dos processos de ensino e de aprendizagem da matemática no ensino médio, de acordo com Biembengut (2007), não possui um estatuto definido sobre a modelagem matemática. Entretanto, há meios que possibilitam guiar professores a integrar a matemática a outras áreas do conhecimento, como por exemplo, propor aos alunos o desenvolvimento do ensino e da pesquisa, utilizando conceitos matemáticos em atividades semelhantes às realizadas no cotidiano.

Em suma, esta investigação, embora tenha apresentado um estado do conhecimento sobre a modelagem matemática no ensino médio e mostrado que é uma metodologia bastante promissora no âmbito escolar, não esgota as possibilidades, e outras pesquisas devem ser feitas. Isto porque, para que se tenha ainda mais clareza sobre o assunto, de modo a contribuir para que a matemática seja aprendida/ensinada com prazer e entusiasmo por parte dos alunos e dos professores, precisa deixar de ser uma matéria que gera repúdio entre os estudantes, através da utilização da modelagem matemática que aproximará o cálculo dos problemas de seu cotidiano, contribuindo para a formação integral desses indivíduos.

REFERÊNCIAS

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

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. *In*: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais [...]**. Caxambu: ANPED, 2001. 1 CD-ROM. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Artigo_Barbosa.pdf. Acesso em: 11 mar. 2020.

BARBOSA, S. R.; NOGUEIRA, C. M. I. Letramento em matemática no processo ensino e aprendizagem. *In*: Secretaria da Educação. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**. Paraná: Secretaria da Educação, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_mat_artigo_silveria_rolin_barbosa.pdf. Acesso em: 14 abr. 2020.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

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

BASSANEZI, R. C. **Modelagem matemática: teoria e prática**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2015.

BIEMBENGUT, M. S. Mapeamento da modelagem matemática no ensino brasileiro. **Relatório de Iniciação Científica**. Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico Científico – CNPq, 2007.

BIEMBENGUT, M. S. Modelagem & tecnologias: motivação, interesse e necessidade de aprender. *In*: SANT'ANA, C.C.; SANTANA, I. P.; AMARAL, R. S. (org.). **Grupo de estudos em educação matemática: ações cooperativas e colaborativas por várias vozes**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015. p. 339-366.

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

BIEMBENGUT, M. S.; FARIA, T. M. B. Modelagem matemática na formação de professores: possibilidades e limitações. *In*: IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE. **Anais [...]**. Curitiba: PUCPR, 2009. p. 10095-10109. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2009/2120_1094.pdf. Acesso em: 16 mar. 2020.

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

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2010.

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

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N.; LOSS, G. S. Modelagem matemática no ensino de matemática na engenharia. EREMAT SUL: Encontro Regional dos Estudantes de Matemática da Região Sul, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, RS, 2010. **Anais [...]**. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/comunicacoes/21GABRIELSCHNEIDERLOSS.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BISOGNIN, E.; BISOGNIN, V. Percepções de professores sobre o uso da modelagem matemática em sala de aula. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 1049-1079, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bolema/v26n43/13.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2020.

BOERI, C. N.; VIONE, M. T. **Abordagens em educação e matemática**. 2009. Disponível em: <http://www.precog.com.br/bc-texto/obras/ea000661.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2018.

BORBA, M. C.; DOMINGUES, N. S.; LACERDA, H. D. G. As tecnologias audiovisuais em Educação Matemática investigadas no GPIMEM. *In*: SANT'ANA, C. C.; SANTANA, I. P.; AMARAL, I. P. (org.). **Grupo de estudos em educação matemática: ações cooperativas e colaborativas constituídas por várias vozes**. 1. ed. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015. p. 285-312.

BORSSOI, A. H. **Modelagem matemática, aprendizagem significativa e tecnologias**: articulações em diferentes contextos educacionais. 2013. 256 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3424007# Acesso em: 04 fev. 2018.

BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. Uma aproximação entre modelagem matemática e unidades de ensino potencialmente significativas para a aprendizagem significativa: o caso das equações de diferenças. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 481-503, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/141/99>. Acesso em: 06 mar. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria da Educação Básica, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 29 mar. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: ensino médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_e_mbaixa_site_110518.pdf Acesso em: 29 mar. 2020.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 16 mar. 2020.

BRASIL. **Lei das Diretrizes e bases da educação nacional**. Trata da lei nº 9.394/1996 e lei nº 4.024/1961. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. Disponível em:
http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_bases_1ed.pdf. Acesso em: 03 fev. 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 25 de junho de 2014. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 25 mar. 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de fevereiro de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 11 mar. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 19 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. **Bases Legais**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. **Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. **Ciências Humanas e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.

Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/cienciah.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Linguagens, Códigos e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf. Acesso em: 15 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CEB nº 7, de 7 de abril de 2010**. Fixa as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2010. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=5367-pceb007-10&category_slug=maio-2010-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 29 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018**. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51281622. Acesso em: 03 fev. 2019.

BRUM, W. P. Crise no ensino da matemática? Os amplificadores que potencializam o fracasso da aprendizagem. *In: VI CONGRESSO INTERNACIONAL DO ENSINO DA MATEMÁTICA*, 2013, Canoas. Anais [...]. Canoas: ULBRA, 2013. Disponível em: <http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/ciem/vi/paper/viewFile/551/431>. Acesso em: 28 ago. 2019.

BRUMANO, C. E. P. **A modelagem matemática como um recurso para o estudo da Análise Combinatória**. 2014. 151 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014. Disponível em: <http://www.ufjf.br/mestradoedumat/files/2011/05/DISSERTA%C3%87%C3%83O-CLEUZA.pdf>. Acesso em: 5 maio 2019.

BURAK, D. Modelagem matemática e a sala de aula. *In: ENCONTRO PARANAENSE DA MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 2004, Londrina. **Anais** [...]. Londrina: UEL, 2004.

CARVALHO, D. L. **Discutindo as tendências no ensino da matemática**. 2010. Prapem (Prática Pedagógica em Matemática) FE-Unicamp. Disponível em: http://www2.uesb.br/cursos/matematica/matematicavca/wp-content/uploads/conf_abert.pdf. Acesso em: 5 maio 2019.

CARVALHO, D. S.; NICOT, Y. E. Atividades de modelagem matemática desenvolvidas no olhar do modelo semântico-contextual de tikunoff. **Revista Areté**, Manaus, v. 12, n. 26, p. 47-58, 2019. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1657/1010>. Acesso em: 15 jan. 2020.

CASTILHO, L. B. **O uso da tecnologia da informação e comunicação (TIC) no processo de ensino e aprendizagem em cursos superiores**. 2015. 124 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento) – Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/sigc/article/viewFile/3284/1896>. Acesso em: 03 fev. 2018.

COSTA, M. D. **A modelagem matemática no ensino médio**: uma proposta para problematizar o tema fabricação refrigerantes. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino Científico e Tecnológico) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santo Ângelo, Santo Ângelo, 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2399454#. Acesso em: 03 fev. 2018.

D'AMBROSIO, U. **Educação matemática**: da teoria à prática. Campinas: Papirus, 2011.

DALLA VECCHIA, R.; MALTEMPI, M. V. Modelagem matemática e tecnologias da informação e comunicação: a realidade do mundo cibernético como vetor de virtualização. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 963-990, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bolema/v26n43/10.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

FAQUINI HELENA, A. F. **Modelagem matemática no ensino médio**: uma abordagem para o ensino de funções exponenciais e logarítmicas. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143851/helena_aff_me_rcla.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 15 out. 2019.

FIORENTINI, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil. **Revista Zetetiké**, Campinas, ano 3, n. 4, p.1-38, 1995. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646877/15035>. Acesso em: 23 mar. 2020.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática**. Campinas: Autores associados, 2006. (Coleção Formação de Professores).

GEGLIO, P. C. A atuação do coordenador pedagógico na formação continuada do professor na escola: uma análise das dissertações e teses produzidas no período de 1987 a 2009. **Revista Profissão Docente**, Uberaba, v. 16, n. 34, p. 53-71, 2016. Disponível em: <http://www.revistas.uniube.br/index.php/rpd/article/view/946/1261>. Acesso em: 15 out. 2018.

GOULART, E. B. **Formação de professores e modelagem matemática**: implicações na prática pedagógica. 2015. 151 f. Dissertação (Mestrado em

Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2015. Disponível em:
<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1085/1/2015ErikaBrandhuberGoulart.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

GRAMS, A. L. B. **Modelagem matemática no ensino médio: percepção matemática por meio da música**. 2014. 191 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em:
<http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/6718/1/000459264-Texto%2bCompleto-0.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

HAGEMEYER, R. C. C. Currículo e mudança: práticas mediadoras como catálise, ultrapassagens e referências para a formação docente na contemporaneidade. **Currículo Sem Fronteiras**, v. 11, n. 1, p. 232-251, 2011. Disponível em:
<https://biblat.unam.mx/hevila/CurriculosemFronteiras/2011/vol11/no1/16.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

LIMA, R. A. S. V; GONÇALVES, P. G. F. O ensino de estatística por meio da pesquisa: uma experiência a luz da modelagem matemática. **HOLOS**, Natal, ano 33, v. 2, p. 190-198, 2017. Disponível em:
<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3514/pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

MADRUGA, Z. E. F. **Processos criativos e valorização da cultura: possibilidades de aprender com modelagem**. 2016. 297 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em:
http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/7048/2/TES_ZULMA_ELIZABETE_D E_FREITAS_MADRUGA_COMPLETO.pdf. Acesso em: 15 fev. 2020.

MEGID, J. N. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental**. 1999. 365 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/252565>. Acesso em: 18 out. 2019.

MELO, M. J. C.; ALMEIDA, L. A. A.; LEITE, C. Sentidos atribuídos ao significante prática curricular nas produções científicas da ANPEd. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 31, n. 2, p. 215-231, 2018. Disponível em:
<https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/13632/12996>. Acesso em: 13 fev. 2020.

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

MICOTTI, M. C. O. O ensino e as propostas pedagógicas. *In*: BICUDO, M. A. V. (org.). **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1994.

MORAES, Â. M. **Modelagem matemática: um estudo quali-quantitativo com alunos do 2º ano do ensino médio**. 2019. 103 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2019. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/9823/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Angela%20Maria%20Moraes%20-%202019.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

MOREIRA, A. E. C. **Relações entre as estratégias de ensino do professor, com as estratégias de aprendizagem e a motivação para aprender de alunos do ensino fundamental 1**. 2014. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014. Disponível em: http://www.uel.br/pos/mestrededu/images/stories/downloads/dissertacoes/2014/2014_-_MOREIRA_Ana_Elisa_Costa.pdf. Acesso em: 03 fev. 2018.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OCDE. **What students know and can do: student performance in mathematics, reading and science, summarises the performance of students in PISA 2012**. Paris: OCDE, 2013.

OLIVEIRA, W. M. Uma abordagem sobre o papel do professor no processo ensino/aprendizagem. **Inesul**, Londrina, v. 23, p. 1-12, 2014. Disponível em: https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_28_1391209402.pdf. Acesso em: 03 fev. 2018.

PACHECO, M. B.; ANDREIS, G. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia**, João Pessoa, n. 38, p. 105-119, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/download/1612/806>. Acesso em: 18 out. 2019.

PEREIRA, L. D. **Projetos de modelagem matemática no ensino para a aprendizagem de geometria espacial no 2º ano do ensino médio**. 2017. 127 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/8277/6/DISSERTA%c3%87%c3%83O_ProjetosModelagemMatem%c3%a1tica.pdf. Acesso em: 15 out. 2018.

PEREIRA, T. C. **Modelagem matemática no ensino médio: aplicações do modelo de Malthus**. 2015. 46 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/4581/4/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Tacilene%20C.%20Pereira.pdf>. Acesso em: 15 out. 2018.

PINHEIRO, T. C. S.; ALVES, F. J. C.; SILVA, M. P. S. C. Aprendizagem matemática no contexto educacional ribeirinho: a análise de registros de representação semiótica em atividade de modelagem matemática. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 97, n. 246, p. 339-355, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeped/v97n246/2176-6681-rbeped-97-246-00339.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.

PONTES, F. L.; DE FREITAS MADRUGA, Z. E. F. Música e modelagem matemática: representações de notas musicais por meio da função seno. **TANGRAM: Revista de Educação Matemática**, Dourados, v. 2, n. 4, p. 79-95, 2019. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/tangram/article/view/10215/5428>. Acesso em: 07 jan. 2020.

ROCHA, F. S. M.; LORENZETTI, L.; KALINKE, M. A. Aproximações entre resolução de problemas e modelagem matemática com o enfoque CTS. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 109-126, 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/viewFile/8668/6463>. Acesso em: 15 out. 2019.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/1891/189116275004.pdf>. Acesso em: 15 out. 2018.

ROQUE, C. C. E. **Modelagem matemática no ensino fundamental**. Curitiba: Secretaria da Educação do Paraná, 2007. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_carla_cristina_escorsin_roque.pdf. Acesso em: 17 out. 2019.

SANTANA, M. S. Traduzindo pensamento e letramento estatístico em atividades para sala de aula: construção de um produto educacional. **Bolema**, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 1165-1187, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bolema/v30n56/1980-4415-bolema-30-56-1165.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2020.

SANTOS, H. M.; FLORES, D. O documento arquivístico digital enquanto fonte de pesquisa. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 21, n. 4, p. 121-137, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pci/v21n4/1413-9936-pci-21-04-00121.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

SANTOS, R. F. **O uso da modelagem para o ensino da função seno no ensino médio**. 2014. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/11014/1/Ricardo%20Ferreira%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2020.

SILVA, F. G.; AGUIAR, R.; SIPLE, I. Z. Atividades para o ensino de função quadrática aplicada a fenômenos aviônicos por meio da modelagem

matemática. **EJA em Debate**, Florianópolis, ano 8, n. 13, 2019. Disponível em: <http://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/EJA/article/view/2605/pdf%2007>. Acesso em: 12 nov. 2019.

SILVA, K. A. P.; BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. Uma análise semiótica de atividades de modelagem matemática mediadas pela tecnologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 161-183, 2015. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1928/1985>. Acesso em: 15 abr. 2020.

SILVA, M. A.; ALMEIDA, L. A. A. Pesquisas em diálogo: um olhar para os sentidos de políticas curriculares para a formação de professores. **Interritórios**, Caruaru, v. 3, n. 4, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/interritorios/article/view/22525/18712>. Acesso em: 01 abr. 2020.

SILVA, R. S.; BARONE, D. A. C.; BASSO, M. V. A. Modelagem matemática e tecnologias digitais: uma aprendizagem baseada na ação. **Educação Matemática e Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 421-446, 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/24996/pdf>. Acesso em: 21 mar. 2020.

TARTUCE, G. L. B. P. *et al.* Desafios do ensino médio no Brasil: iniciativas das secretarias de educação. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 48, n. 168 p. 478-504, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/v48n168/1980-5314-cp-48-168-478.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2020.

TEIXEIRA, C. R. O “Estado da Arte”: a concepção de avaliação educacional veiculada na produção acadêmica do Programa de Pós-graduação em Educação: Currículo (1975- 2000). **Cadernos de Pós-Graduação: educação**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 59-66, 2006. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/index.php?journal=cadernosdepos&page=article&op=view&path%5B%5D=1845&path%5B%5D=1444>. Acesso em: 14 mar. 2020.

VASCONCELOS, C. F. **Modelagem matemática no ensino médio por meio de seqüências e séries numéricas**. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143941/fernandesvasconcelos_c_me_rcla.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 01 abr. 2020.