

Uma Revisão Sistemática sobre a Modelagem Matemática no Ensino Médio

A Systematic Review on mathematical modeling in high school

Una Revisión Sistemática sobre la modelación Matemática en la Escuela Secundaria

Recebido: 02/07/2022 | Revisado: 17/07/2022 | Aceito: 19/07/2022 | Publicado: 26/07/2022

Reinan Tiago Fernandes dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6469-5647>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: reinantiago@hotmail.com

Thamyres Moura Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9696-0038>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: thamyresmouralima@gmail.com

Vagner dos Anjos Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9162-6030>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: vagner1211costa@gmail.com

Eduardo de Oliveira Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6834-629X>

Instituto Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: edu.unit@yahoo.com.br

Leonardo Luiz Sousa Silveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0710-2275>

Universidade Tiradentes, Brasil

E-mail: leonardoluiz37@gmail.com

Resumo

Este artigo, de cunho teórico, tem por objetivo analisar os resultados das produções nacionais sobre o estado do conhecimento em pesquisas acadêmicas produzidas sobre a Modelagem Matemática no Ensino Médio. Os procedimentos metodológicos foram através de pesquisa bibliográfica, por meio de uma revisão sistemática da literatura, método que proporciona a busca do conhecimento necessário a respeito do tema na área de Ensino e Educação Matemática. Os artigos foram colhidos a partir das seguintes bases de dados: *SciELO* e Portal de Periódicos CAPES, a busca foi realizada nos meses de novembro e dezembro de 2020. Baseando-se nos resultados dos estudos dessa revisão, pôde-se perceber que o foco das pesquisas é centrado nas reflexões e relatos de experiências de professores e estudantes acerca de atividades de modelagem em salas de aula do Ensino Médio. Apontou ainda que os autores dos estudos analisados destacam como aspecto positivo, a contribuição de outras áreas do conhecimento na aplicabilidade dos conhecimentos matemáticos e na resolução de situações-problema relacionado ao cotidiano dos alunos. Da análise, concluímos que a Modelagem Matemática é uma prática consolidada na Educação Matemática, e contribui de forma significativa para o desenvolvimento do aprendizado dos estudantes durante o processo educativo.

Palavras-chave: Modelagem matemática; Ensino médio; Ensino-aprendizagem; Situações-problemas.

Abstract

This theoretical article aims to analyze the results of national productions on the state of knowledge in academic research on Mathematical Modeling in High School. The methodological procedures were through bibliographic research, through a systematic review of the literature, a method that provides the search for the necessary knowledge about the theme in the area of Teaching and Mathematical Education. The articles were collected from the following databases: *SciELO* and CAPES Journal Portal, the search was carried out in the months of November and December 2020. Based on the results of the studies of this review, it was possible to realize that the focus of the research is centered on the reflections and reports of experiences of teachers and students about modeling activities in high school classrooms. He also pointed out that the authors of the analyzed studies highlight, as a positive aspect, the contribution of other areas of knowledge in the applicability of mathematical knowledge and in solving problem situations related to students' daily lives. From the analysis, we conclude that Mathematical Modeling is a consolidated practice in Mathematics Education, and contributes significantly to the development of students' learning during the educational process.

Keywords: Mathematical modeling; High school; Teaching-learning; Problem situations.

Resumen

Este artículo teórico tiene como objetivo analizar los resultados de las producciones nacionales sobre el estado del conocimiento en la investigación académica producida sobre Modelación Matemática en la Enseñanza Media. Los

procedimientos metodológicos fueron a través de la investigación bibliográfica, a través de una revisión sistemática de la literatura, método que brinda la búsqueda de los conocimientos necesarios sobre el tema en el área de la Enseñanza y la Educación Matemática. Los artículos fueron recolectados de las siguientes bases de datos: SciELO y Portal de Periódicos CAPES, la búsqueda se realizó en noviembre y diciembre de 2020. Con base en los resultados de los estudios de esta revisión, se pudo apreciar que el enfoque de la investigación está centrado sobre las reflexiones y relatos de experiencias de docentes y estudiantes sobre las actividades de modelación en las aulas de la enseñanza media. También señaló que los autores de los estudios analizados destacan como aspecto positivo el aporte de otras áreas del conocimiento en la aplicabilidad de los conocimientos matemáticos y en la resolución de situaciones problema relacionadas con la vida cotidiana de los estudiantes. Del análisis concluimos que la Modelación Matemática es una práctica consolidada en la Educación Matemática, y contribuye significativamente al desarrollo del aprendizaje de los estudiantes durante el proceso educativo.

Palabras clave: Modelización matemática; Escuela secundaria; Enseñanza-aprendizaje; Situaciones problema.

1. Introdução

O presente estudo é uma abordagem teórica a respeito uso da Modelagem Matemática no Ensino Médio. Evidencia-se considerável dificuldade na assimilação dos conteúdos matemáticos em alunos no Ensino Médio, constatando-se a necessidade de mudanças nas práticas escolares, nesse sentido a Modelagem Matemática vêm se configurando como caminho altamente significativo para as aulas de matemática (Ribeiro, 2008). Essa proposta de formação consiste em um cidadão que desenvolva autonomia, senso crítico, e capacidade de decisão nas diferentes situações do cotidiano e na sua vida profissional.

Para Burak (1992), um dos primeiros educadores a estudar a Modelagem Matemática no Brasil conceitua como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões” (Burak, 1992, p.62). Uma vez que a formação integral do aluno nos anos finais da educação básica, para atuar em seu contexto social e profissional, pode ser por meio da utilização da Modelagem Matemática, pois é a partir de um ambiente de interdisciplinaridade, a transversalidade e contextualização que o aluno passa a perceber a importância da matemática para entender os fenômenos naturais que estão sendo estudados. E como Silva e Almeida (2019, p.11) salientam que essa “metodologia compreende a teoria e a prática como uma dialética capaz de formar indivíduos pensantes, críticos e conscientes do seu papel no contexto social”.

Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo analisar os resultados das produções nacionais sobre o estado do conhecimento em pesquisas acadêmicas produzidas sobre a Modelagem Matemática no Ensino Médio publicadas entre o período de 2016 a 2020, e foram definidos os seguintes objetivos específicos: Identificar por meio da literatura os resultados das produções nacionais sobre a utilização da Modelagem Matemática como metodologia para o ensino-aprendizagem da Matemática; Relatar a interação entre a Modelagem Matemática e outras áreas do conhecimento no campo da Educação Matemática; e, verificar na literatura recente as contribuições em torno da Modelagem Matemática no Ensino Médio compreendendo o trabalho colaborativo no ensino e as dimensões conceituais e interventivas.

A relevância do tema justifica-se pelo fato de que esse estudo possa contribuir com discussões e reflexões para os profissionais da área de Educação e Educação Matemática, e que ressignifique a prática de aquisição do conhecimento dos seus alunos, e contribua na melhoria da atuação dos professores e dos alunos no processo ensino-aprendizagem. Este estudo permite também conhecer os resultados das principais pesquisas recentes da área e partir dessas, verificar os procedimentos metodológicos de aplicação da modelagem, exemplos de aplicações em temas variados do Ensino Médio e contribuições significativas da prática.

2. Metodologia

O presente estudo utilizou como método a revisão sistemática, que se constitui um tipo de revisão de literatura, que tem a finalidade sintetizar o conhecimento científico já produzido sobre o tema investigado, através de uma apresentação de

forma clara e sintetizada dos procedimentos metodológicos, utilizando critérios bem definidos no seu desenvolvimento, que por esses e outros benefícios, têm apresentado interesse pela sua utilização, na área de Ensino e Educação Matemática (Mendes & Pereira, 2020).

Nessa pesquisa foram seguidas as cinco etapas definidas para a prática de uma revisão sistemática atribuídas por Mendes e Pereira (2020), a saber: I – Objetivo e pergunta; II – Busca dos trabalhos; III – Seleção dos estudos; IV – Análise das produções; V – Apresentação da revisão sistemática.

Na primeira etapa foram definidos os objetivos dessa investigação a partir das seguintes questões norteadoras: Como a literatura recente na área de Ensino e Educação Matemática tem descrito a Modelagem Matemática como proposta de ensino-aprendizagem no Ensino Médio? E conhecer a partir das publicações científicas da área o perfil das investigações e padrões metodológicos da utilização de Modelagem Matemática, assim como a contextualização com outras áreas do conhecimento?

Na segunda etapa foi realizada uma pesquisa no período de 22 de Novembro a 30 de Dezembro de 2020 nas seguintes bases de dados: biblioteca eletrônica *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Optou-se por estas bases de dados por contemplarem a literatura nacional, como também referências técnico-científicas em Modelagem Matemática conceituados da área de Educação Matemática. Utilizaram-se os seguintes descritores: “Modelagem Matemática” AND “Ensino Médio” e “Situações-problemas” AND “Ensino Médio”.

Na etapa seguinte, a seleção dos artigos nos periódicos foi realizada por meio de três testes de relevância, definidos a partir dos critérios de inclusão e exclusão. No teste de relevância 1, o refinamento das obras ocorre pelo período das publicações, que se optou por obras pertencentes à literatura recente dos últimos cinco anos, bem como obras do idioma português brasileiro, os estudos estrangeiros foram excluídos por abordarem um estudo local, que não interessa nessa coleta nacional de dados. No teste de relevância 2, os critérios de exclusão baseavam-se na escolha de artigos, que excluí monografias, dissertações e teses nacionais, materiais não disponíveis na íntegra de forma gratuita e artigos duplicados, além de selecionar as produções de acordo com o título e/ou resumo sobre a adequação ao tema investigado.

Na etapa de análise das produções, considerado teste de relevância 3, os estudos foram lidos na íntegra, e essa última avaliação se deu pela observância do tema, objetivos, perguntas norteadoras, e perfil metodológico (tipo de estudo), os artigos que atendessem aos critérios, foram incluídos nesta revisão. Ainda nessa etapa, as produções resultantes foram lidas na íntegra, os dados comuns e pertinentes à coletânea foram catalogados.

Na última etapa, a apresentação da revisão sistemática, um instrumento para a coleta das informações foi elaborado, a fim de responder as questões norteadoras dessa revisão, composto pelos seguintes itens: autores, ano de publicação, título, objetivo do estudo e base de dados, logo após a breve caracterização dos artigos, os resultados e a análise serão apresentados na próxima seção.

3. Resultados e Discussão

Ao ser realizada a busca nos periódicos, foram encontrados 674 estudos com as palavras-chaves escolhidas, considerando apenas as bases de dados obteve-se 391 na SCIELO e 283 na CAPES. A partir dessas buscas foram aplicados os testes de relevância 1, 2, 3 já descritos, resultando em 12 estudos, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Número de estudos selecionados pelos Testes de Relevância 1, 2 e 3.

Periódico	Total de Estudos	Teste de relevância 1	Teste de relevância 2	Teste de relevância 3
CAPES	283	124	98	10
SCIELO	391	80	31	2
Total de estudos	674	204	129	12

Fonte: Elaboração própria.

Conforme refinamento apresentado foram analisados doze estudos, para melhor exposição dos resultados apresentam-se características sucintas e centrais das obras. Os dados do Quadro 1 mostram a caracterização das investigações, selecionados quanto ordem, autores, ano, título, objetivos e bases de dados.

Quadro 1. Caracterização dos artigos selecionados para análise na revisão sistemática da literatura, segundo ordem, autores, ano, título, objetivos, objetivo e base de dados.

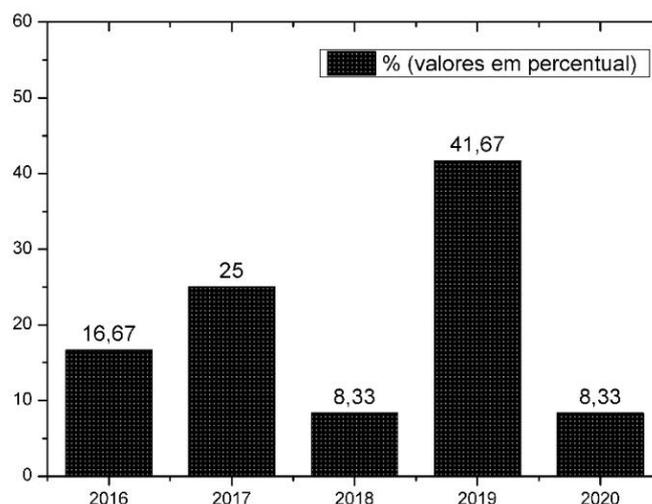
Ordem	Autores (Ano publicação)	Título	Objetivos	Base de dados
E1	Ferreira e Ferreira (2019)	Desenvolvimento de técnicas de visualização e modelagem do desenho 3D para estudantes do ensino médio da cidade de Bagé – RS: Um estudo de caso.	Apresentar a tecnologia da modelagem 3D para alunos do Ensino Médio na cidade de Bagé - RS.	SCIELO
E2	Pinheiro, Alves e Filho (2016)	Aprendizagem matemática no contexto educacional ribeirinho: a análise de registros de representação semiótica em atividade de Modelagem Matemática.	Identificar as dificuldades na aprendizagem de função polinomial do 1º grau.	SCIELO
E3	Nascimento et al. (2017)	Matemática Acessível: palestras que promovem a contextualização como ferramenta motivadora.	Mostrar que a contextualização, que envolve a Modelagem Matemática e a resolução de problemas, pode ser uma estratégia de ensino e aprendizagem viável e possível.	CAPES
E4	Silva, Silva e Madrugada (2019)	Software Modellus e Modelagem Matemática: um estudo sobre a aprendizagem de função quadrática.	Analisar as possibilidades existentes no software Modellus no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no tocante a aprendizagem da Função Quadrática.	CAPES
E5	Martins, Doering e Bartz (2017)	Utilização do GeoGebra na resolução de problemas físicos: uma possibilidade para a Modelagem Matemática na Educação Básica.	Discutir a abordagem da Lei de Resfriamento de Newton como possibilidade para a Modelagem Matemática na Educação Básica.	CAPES
E6	Vertuan e Almeida (2016)	Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática.	Identificar as formas de monitoramento cognitivo, expressas pelos alunos durante a realização de atividades de Modelagem Matemática.	CAPES
E7	Vasconcelos et al. (2020)	Contribuições do espaço museal para a aprendizagem em ciências: um estudo contextualizado sobre os elementos químicos.	Analisar as contribuições de um espaço museal na aprendizagem em Química, por meio de uma proposta de ensino sobre os elementos químicos, a partir da Modelagem Matemática.	CAPES
E8	Costa e Almeida (2017)	Função Tangente: desenvolvendo esse tipo de função com a Modelagem Matemática.	Sistematizar uma função periódica: a função tangente a partir da Modelagem Matemática.	CAPES
E9	Reis, Quartieri e Strohschoen, (2017)	Modelagem Matemática e biologia associadas para estudo da leishmaniose no ensino médio.	Identificar e explorar relações entre Biologia e Matemática, existentes no tema leishmaniose a partir do	CAPES

			desenvolvimento de atividades pedagógicas por meio da Modelagem Matemática.	
E10	Neves et al. (2019)	Estudo do ensaio de tração do aço LN-28 por meio da Modelagem Matemática: uma experiência com alunos do Curso Técnico em Fabricação Mecânica.	Proporcionar um ambiente de ensino e aprendizagem de Matemática de forma contextualizada com outras áreas do conhecimento, utilizando a modelagem.	CAPES
E11	Braga e Souza (2019)	Boneco Trapezista: Trigonometria via Modelagem Matemática com o auxílio do Geogebra.	Analisar como o uso do GeoGebra no processo de Modelagem Matemática pode otimizar o estudo de funções trigonométricas a partir do uso de um objeto cultural – boneco trapezista.	CAPES
E12	Nascimento (2018)	Monocórdio: contextualizando a Matemática por meio da Música.	Apresentar ações de contextualização da Matemática evidenciadas em uma atividade de construção da escala musical por estudantes do Ensino Médio usando um Monocórdio.	CAPES

Fonte: Elaboração própria.

A seguir, na Figura 1, apresenta-se o percentual dos estudos avaliados por ano de publicação, dos últimos cinco anos.

Figura 1. Quantitativo dos estudos por ano de publicação.



Fonte: Elaboração própria.

Quanto as publicações nos periódicos, a grande maioria (83,3%) é do portal de periódico da CAPES e uma pequena parcela (16,7%) da biblioteca eletrônica SCIELO. No contexto de amostragem temporal, os artigos são considerados recentes e 100% são dos últimos cinco anos. Das obras analisadas percebe-se que cinco (41,67%) são do ano de 2019, três (25%) do ano de 2017, duas (16,67%) do ano de 2016, os anos de 2018 e 2020 foram identificadas uma (8,33%) publicação em cada ano.

Sobre o índice de publicação dos últimos cinco anos de artigos sobre Modelagem Matemática no Ensino Médio, 2019 teve seu maior representativo, seguido de queda de 80% no ano seguinte (2020), uma das justificativas para essa queda brusca de produções está relacionada a crise sanitária causada pela COVID-19 que exigiu medidas de distanciamento social e a suspensão das atividades presenciais nas escolas, que impossibilitou que novos relatos de experiências fossem publicados, uma vez que as aulas para novos ensaios não estavam acontecendo em praticamente todo o mundo.

Em relação aos objetivos dos trabalhos analisados, as informações das obras foram agrupadas em três categorias: (a) como acontece a inclusão da Modelagem Matemática como proposta de ensino no Ensino Médio; (b) investigação da interação

entre a Modelagem Matemática com outras áreas do conhecimento e das estratégias de solução de situações-problemas pelas tecnologias de informação e comunicação, e; (c) a análise da construção do conhecimento e reflexões da Modelagem Matemática.

3.1 Modelagem Matemática: Uma proposta de ensino

No âmbito desta revisão sistemática, os autores pesquisados apontaram que a Modelagem Matemática é benéfica para o processo de aprendizagem, o conteúdo se torna mais acessível, as aulas mais dinâmicas o que garante maior envolvimento dos alunos, com recursos que auxiliem na aprendizagem efetiva e com mais significado para os alunos.

Embora os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) não sejam considerados obrigatório para esse nível de ensino, o documento ganhou relevância como norte para professores, coordenadores e diretores, na execução de seus trabalhos. Os PCNEMs estabelecem as competências e habilidades a serem desenvolvidas no ensino de Matemática, e contemplam as diretrizes da prática de Modelagem Matemática, três dessas devem ser consideradas na discussão desse texto, são: “selecionar estratégias de resolução de problemas”; “desenvolver a capacidade de utilizar a Matemática na interpretação e intervenção no real”, “aplicar conhecimentos e métodos matemáticos em situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento”, consideradas habilidades essenciais na educação básica, especialmente no Ensino Médio (Brasil, 2000, p.46).

No que se refere aos métodos utilizados nesses estudos, para o desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática em salas de aula do Ensino Médio, os artigos apresentam metodologias de aplicação distintas, nos estudos E4 e E7, percebe-se que buscaram seguir o método proposto por Biembengut (2016) que cita três fases de execução da modelagem: 1. Percepção e apreensão; 2. Compreensão e explicitação, e; 3. Significação e expressão, cada fase estabelece diretrizes que compõem o resultado almejado na técnica, especificidades desse método podem ser consultados em sua bibliografia, seu detalhamento foge do escopo desta revisão.

O estudo E3 segue a metodologia de Stewait (2013) que aponta 4 pontos na execução de atividades de Modelagem Matemática: Problema do mundo real (formulação); modelo matemático (resolução); conclusões matemáticas (interpretação); previsões sobre o mundo real (teste). Nessa metodologia não há obrigatoriamente o cumprimento de uma ordem, nem são encerradas ao passar para a etapa seguinte, mas que se apresente de forma clara à medida que haja interação com os dados, podendo ou não voltar ao início ou etapas anteriores.

O estudo E10 não aponta claramente uma metodologia consolidada disponível na literatura, mas descreve os passos utilizados no seu próprio modelo, apresentado a seguir: 1. Definição do tema; 2. Coleta de dados; 3. Modelo matemático; 4. validação do modelo. O caminho metodológico adotado pelo autor do estudo percorre um desenho parecido com a proposta de metodologia de Stewait (2013) citado por E3.

Cinco dos doze artigos analisados não apontam a metodologia de Modelagem Matemática utilizada, são os estudos E5, E6, E8, E9, E11, E12, mas se enquadram nas definições e etapas colocadas pelos autores Biembengut (2016), Stewait (2013) e pelo E10, de forma subjetiva e complementar a cada um dos métodos citados.

3.2 Integração com outras áreas do conhecimento

É possível usar a Modelagem Matemática em vários campos de conhecimento, sejam no estudo da situação climática de uma região, comportamento das ondas do mar, viveiros de peixes e criações de animais, comportamentos nas ciências médicas, nos fenômenos da física, engenharia, astronomia, etc., e tudo isso pode ser modelado em sala de aula. A partir dessa contextualização o aluno é convidado a refletir sobre os fenômenos em linguagem matemática, e isso favorece a formação crítica, melhora a percepção sobre a disciplina de matemática e sobre os temas sociais apresentados e/ou discutidos (Braga & Souza, 2019).

Nesse contexto, alguns autores associam a percepção matemática aos conceitos ligadas a um outro campo do saber, como Nascimento (2018) analisou a contribuição e engajamento entre a Modelagem Matemática e a construção da escala musical por estudantes do Ensino Médio, usando um monocórdio, a investigação se resumia a criar um modelo da escala cromática, a luz dos conceitos e cálculos matemáticos, destacando as divisões fracionárias do comprimento de uma corda sonora. Os autores destacaram que os estudantes se mostraram interessados na atividade, compreenderam a escala musical através do Monocórdio e como a matemática ajudou nesse processo.

Na pesquisa de Neves et al. (2019), os alunos do curso técnico em fabricação mecânica integrado ao Ensino Médio desenvolveram um modelo matemático para descrever o funcionamento e resultado dos ensaios de tração que utilizavam corpos de prova de aço LN28, usado pela empresa Marcopolo que confere componentes para a indústria automotiva. Através da interdisciplinaridade foi possível, segundo os autores, mostrar a aplicabilidade dos conceitos matemáticos, assim como solucionar problemas relacionados a atuação profissional.

Outro relato de interdisciplinaridade explorou as relações entre Biologia e Matemática, os alunos compreenderam a importância do cálculo do volume de substâncias injetáveis e o cálculo para a dosagem do tratamento da leishmaniose, esse conhecimento do cálculo de doses de medicamento, segundo os autores, trazem reflexões importantes e pertinentes ao uso de Modelagem Matemática, tais como: relacionar o tema com o cotidiano do aluno; fazer utilização de conhecimentos matemáticos, dentre outras (Reis et al., 2017).

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC's) são consideradas na atualidade importantes aliados no ensino-aprendizagem dos conteúdos e conceitos matemáticos, que favorecem, como outras metodologias de modelagem apontadas até aqui, como um ambiente de investigação e pesquisa, mais dinâmico e atrativo para alunos e professores (Braga & Souza, 2019, Ferreira & Ferreira, 2019).

A análise dos estudos possibilitou visualizar 04 artigos que relacionam as TDIC's a Modelagem Matemática, um desses, Ferreira e Ferreira (2019), utilizam o software CAD solidworks que propõe soluções na área do desenho técnico ligados ao ensino de geometria no Ensino Médio. No final da experiência, por meio dos questionários aplicados aos alunos, foi possível conhecer o êxito da metodologia, se observou uma maior tendência de aprendizagem no que se refere as noções de representação de objetos 3D e a utilização de softwares para desenho.

Um dos softwares mais utilizados no campo da educação matemática é GeoGebra, se originou no projeto de tese de mestrado de Markus Hohenwarter na Universidade de Salzburg em 2002, foi projetado para combinar recursos de software de geometria e álgebra em um sistema único, integrado e fácil de usar para ensino e aprendizagem de matemática (Hohenwarter & Preiner, 2007). Depois de anos de desenvolvimento e aprimoramento o software passou a ser de domínio público e cresceu o número de estudos em diversas áreas da matemática e, principalmente da geometria.

Dos artigos analisados nessa revisão sistemática que relacionam as TDIC's a Modelagem Matemática, três empregam o software GeoGebra. No artigo de Braga e Souza (2019), os autores analisaram a potencialização do software no estudo de funções trigonométricas, através de um objeto cultural, o boneco trapezista. Os alunos puderam utilizar as alturas mínimas e máximas atingidas pelo corpo do trapezista para entender como funciona o movimento realizado pelo boneco, por meio de um sistema de equações e a representação genérica da equação padrão da senoide no GeoGebra, no final da experiência os autores identificaram os resultados satisfatórios de sua aplicação, uma vez que garantiu aulas mais dinâmicas e um maior envolvimento dos alunos.

O estudo de funções também tem sido abordado no estudo de Modelagem Matemática aplicado ao software GeoGebra, através de grandezas e fenômenos físicos, na pesquisa de Martins, Doering e Bartz, (2017) os alunos foram motivados a responder o seguinte questionamento: como é possível estabelecer alguma relação entre a temperatura do café e o tempo decorrido desde o início da observação?, a partir dos dados os alunos construíram um diagrama de flechas, associando o

tempo às temperaturas, em até 30 minutos, logo após, utilizaram o software GeoGebra, na plotagem dos pares ordenados (tempo, temperatura) gerando uma tabela, onde então foi possível analisar os dados, no final da investigação os autores salientam

Apresentamos uma sugestão, que acreditamos ser viável, para que o professor trabalhe de forma mais livre, criativa e interdisciplinar, questões tão importantes como o ensino de funções. Apontamos que a adoção de uma metodologia apoiada por recursos tecnológicos pode colaborar no desenvolvimento de habilidades inerentes ao pensamento matemático (Martins et al., 2017, p. 243).

A aplicação de outro software, também com resultados satisfatórios de aprendizagem foi identificada no artigo de Silva, Silva e Madrugada (2019), para o ensino de funções quadráticas, através do uso do software Modellus, onde se relaciona a trajetória de uma bola, deslocamento do objeto/corpo na vertical (altura) em função do seu deslocamento na horizontal (espaço percorrido), vista em diferentes modalidades olímpicas como basquete, futebol, salto ornamental e vôlei, possibilitando investigar o movimento do objeto/corpo em uma linguagem matemática, em representações gráfica e numérica da trajetória no Modellus.

3.3 Reflexões de Modelagem Matemática

Vertuan e Almeida (2016) elencam as dificuldades em apresentar os temas matemáticos e relacioná-los com o dia a dia dos estudantes, e relata que muitos deles ficaram surpresos ao perceberem a aplicação desses elementos no dia a dia. E isso aponta a lacuna no ensino e prática da Modelagem Matemática, uma vez que, as limitações escolares, como os espaços físicos, a ausência de materiais e equipamentos podem interferir no andamento das atividades, impossibilitando atividades interativas e lúdicas.

Vasconcelos et al. (2020) analisaram as contribuições de uma proposta de contextualizar elementos químicos da tabela periódica comuns no cotidiano de estudantes através da Modelagem Matemática como método de ensino e perceberam que

Após todas as atividades realizadas, aponta-se a necessidade de relacionar os temas do cotidiano dos estudantes com os conceitos estudados em sala de aula, pois em muitos momentos durante a apresentação do seminário, os estudantes ficavam surpresos ao perceber que tudo é composto por elementos (Vasconcelos et al., 2020, p.19).

O monitoramento cognitivo dos alunos durante as atividades de Modelagem Matemática foi analisado por Vertuan e Almeida (2016) que compreendem que as práticas de monitoramento são realizadas no coletivo, nas interações e questões trabalhadas, através da declaração do outro e a avaliação do pressuposto, e isso contribui para o que se chama de “unicidade das atividades”, com o caráter de analisar o desenvolvimento da atividade, considerando-a em sua totalidade, por outro lado, “é via a administração que práticas de monitoramento relacionadas às dimensões reflexão e avaliação são provocadas e compreendidas pelos sujeitos nas atividades” (Vertuan & Almeida, 2016, p.1088).

Na pesquisa de Pinheiro, Alves e Silva (2016) foi verificado como a realidade na qual o aluno está inserido pode interferir nos resultados das atividades de Modelagem Matemática, tanto no que se refere a interpretação de dados dos enunciados das questões relacionadas a resolução de problemas propostos, às atividades econômicas predominante no dia a dia dos alunos, como colheita de açaí, pesca de camarão, atividade madeireira e olaria, nesse caso, os autores perceberam que a realidade em que o aluno está inserido “influencia positivamente seu aprendizado quando é realizado um trabalho que resgata seus saberes, tornando-o mais participativo e empenhado nas atividades que lhe são propostas” (Pinheiro, Alves & Silva, 2016, p.339).

A Teoria da Aprendizagem Significativa é um elemento essencial ao processo de aquisição da aprendizagem e bastante empregado no campo da Educação, é um processo por meio do qual novos conhecimentos se relacionam com o conhecimento prévio do aluno. Para aplicar a Teoria da Aprendizagem Significativa são necessárias três condições: a participação do aluno no aprender deixando de lado a aprendizagem mecânica de memorização; a importância do material escolhido, uma varredura que tenha significado para o aprendiz; e a presença de conceitos subsunçores específicos, para que o novo conceito seja ancorado. Essa Teoria já foi aplicada com a Modelagem Matemática em um dos estudos desta revisão, e é compreendida como uma boa estratégia de aprendizagem, e considerada um suporte perfeito para a teoria da aprendizagem significativa (Costa & Almeida, 2017).

No Ensino Médio a Modelagem Matemática também já foi utilizada para incentivar alunos para o ambiente universitário, preparando-os para cursos de graduação, e despertando o interesse desses alunos por meio da iniciação científica, uma vez que a Modelagem Matemática, confere maturidade e visão crítica na resolução de problemas nas mais diversas situações cotidianas, em particular a matemática aplicada, e favorecer o ingresso de alunos em boas universidades públicas em especial com maior aptidão para a área de ciências exatas (Nascimento et al., 2017).

4. Considerações Finais

O presente estudo identificou que na maior parte dos trabalhos investigados, se defende a ideia “educar matematicamente”, partindo de situações-problemas, do conhecimento prévio do estudante, para ampliar conhecimentos, mas, sobretudo, explicar de outras formas os pressupostos de conteúdos de diferentes campos do saber, usando os conceitos e práticas de modelagem, e percebeu-se que em todos os casos analisados houve avanço significativo de aprendizado dos alunos participantes das pesquisas.

Em seguida foi discutido sobre a utilização da Modelagem Matemática como estratégia de ensino a partir de uma compreensão interdisciplinar, em articulação com diversas áreas do conhecimento, nesse contexto a atividade convida os alunos a discutirem a Matemática no contexto de situações cotidianas. Não se trata, portanto, de contextualizar os conceitos matemáticos, mas de discuti-la à luz de um contexto social, cultural, econômico, etc., e propor soluções para problemas que a sociedade venha a encontrar.

As primeiras considerações feitas na introdução dos fundamentos teóricos, levantou as questões de metodologias adotadas pelos estudos, procurou-se analisar criteriosamente como os autores das pesquisas definem o caminho metodológico para aplicação da Modelagem Matemática em aulas do Ensino Médio, muitos dos estudos definem uma metodologia específica, outros seguiam os pressupostos metodológicos já definidos por teóricos, mas em ambos os casos, os métodos eram bem parecidos entre si, e emergiam apenas algumas mudanças pontuais.

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC's) aplicadas no campo da modelagem representam um avanço no desenvolvimento de atividades na Educação Matemática, o uso das TDIC's possibilitou que ambientes de simulação e investigação fossem utilizados como instrumentos tecnológicos a favor da aprendizagem significativa. Sem deixar de levar em consideração que a formação do professor, aporte dessas ferramentas e as informações da prática do estudo, são fatores essenciais para a culminância da atividade.

Cabe, nessa conclusão, acrescentar que a busca pelo ensino eficaz está cada vez mais direcionada a atuação do professor em sala de aula, porém, alguns fatores distorcem essa realidade, o que vai desde transtornos de aprendizagem dos alunos a metodologias e materiais alternativos disponíveis para o professor na escola. Nesses e em outros casos, soluções para as deficiências na aplicação da Modelagem Matemática no Ensino Médio seriam: a formação continuada do professor, isto é, a formação específica em Modelagem Matemática, pois muitos cursos superiores não oferecem em suas grades curriculares um ensino mais específico nessa temática; a melhoria de materiais disponíveis; e recursos didáticos na escola, para ser colocado

em prática nos laboratórios de matemática. Os autores sugerem como trabalho futuro analisar o estado da arte das soluções para as deficiências na aplicação da Modelagem Matemática no ensino médio.

Referências

- Biembengut, M.S. (2016). *Modelagem na Educação Matemática e na Ciência*. Livraria da Física.
- Braga, R. M. & Souza, A. M. (2019). Boneco Trapezista: Trigonometria via Modelagem Matemática com o auxílio do Geogebra. *Revista Cocar*, 27, 637-659.
- Brasil (2000). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília, p. 46.
- Burak, D. (1992). *Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem*. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1992. Campinas-SP, 460f.
- Costa, F. & Almeida, M. (2017). Função tangente: desenvolvendo esse tipo de função com a Modelagem Matemática. *Horizontes-Revista de Educação*, 10, 114-130. doi:<https://doi.org/10.30612/hre.v5i10.8549>
- Ferreira, C. C. & Ferreira, V. L. D. (2019). Desenvolvimento de Técnicas de Visualização e Modelagem do Desenho 3D para Estudantes do Ensino Médio da Cidade de Bagé-RS: um Estudo de Caso. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 23, e05-e05. DOI: <https://doi.org/10.24215/18509959.23.e05>
- Hohenwarter, M., & Preiner, J. (2007). Dynamic mathematics with GeoGebra. *Journal of online Mathematics and its applications*, 7, 1448.
- Martins, T. V., Doering, L. R. & Bartz, M. D. B. (2017). Utilização do GeoGebra na resolução de problemas físicos: uma possibilidade para a Modelagem Matemática na Educação Básica. *Revista Thema*, 2, 225-235. <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.225-235.457>
- Mendes, L. O. R. & Pereira, A. L. (2020). Revisão sistemática na área de Ensino e Educação Matemática: análise do processo e proposição de etapas. *Educação Matemática Pesquisa*, 3, 196-228. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i3p196-228>
- Nascimento, E. R. F. et al. (2017). Matemática acessível: palestras que promovem a contextualização como ferramenta motivadora. *Revista Ciência em Extensão*, 1, 112-127.
- Nascimento, R. A. (2018). Monocórdio: contextualizando a Matemática por meio da Música. *REMAT: Revista Eletrônica da Matemática*, 1, 132-146. doi: <https://doi.org/10.35819/remat2018v4i1id2751>
- Neves, J. C. M. et al. (2019). Estudo do ensaio de tração do aço LN-28 por meio da Modelagem Matemática: uma experiência com alunos do Curso Técnico em Fabricação Mecânica. *REMAT: Revista Eletrônica da Matemática*, 2, 43-55. doi:10.35819/remat2019v5i2id3355
- Pinheiro, T. C. S.; Alves, F. J. C. & Silva, M. P. S. C. (2016). Aprendizagem matemática no contexto educacional ribeirinho: a análise de registros de representação semiótica em atividade de Modelagem Matemática. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 246, 339-355. <https://dx.doi.org/10.1590/S2176-6681/364114040>
- Reis, E. F. Quartieri, M. T. & Strohschoen, A. A. G. (2017). Modelagem Matemática e Biologia associadas para estudo da leishmaniose no ensino médio. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 1, 38-47. 10.26571/2318-6674.a2017.v5.n1.p38-47.i5340
- Ribeiro, F.D. (2008). *Jogos e modelagem na educação matemática*. Curitiba: Editora Ibepex.
- Silva, N. R. da; & Almeida, J. J. P. de. Modelagem matemática: uma alternativa metodológica para o ensino básico. *Research, Society and Development*, 8(3), e4083805, 2019. 10.33448/rsd-v8i3.805.
- Silva, S. C., Silva, F. S. & Madruga, Z. E. F. (2019). Software Modellus e Modelagem Matemática: um estudo sobre a aprendizagem de função quadrática. *Revista Thema*, 4, 795-809. <https://doi.org/10.15536/thema.V16.2019.795-809.1232>
- Stewart, J. (2013). *Cálculo*. (7a ed.), Cengage Learning.
- Vasconcelos, E. S. et al. (2020). Contribuições do espaço museal para a aprendizagem em ciências: um estudo contextualizado sobre os elementos químicos. *Revista Insignare Scientia-RIS*, 1,1-22. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i1.11022>
- Vertuan, R. E. & Almeida, L. M. W. (2016). Práticas de monitoramento cognitivo em atividades de Modelagem Matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 56, 1070-1091. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v30n56a12>.