

MODELAGEM MATEMÁTICA: UM PANORAMA DA PESQUISA BRASILEIRA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

MATHEMATICAL MODELLING: A BRAZILIAN RESEARCH VIEW IN THE BASIC EDUCATION

Aislan da Silva Nunes

Faculdade Cristo Rei/Departamento de Engenharia, nunes03@outlook.com

 <http://orcid.org/0000-0002-2350-7854>

William Junior Nascimento

Universidade Federal do Paraná/Campus Avançado de Jandaia do Sul, williamjn@ufpr.br

 <http://orcid.org/0000-0001-8324-9183>

Bárbara Nivalda Palharini Alvim Sousa

Universidade Estadual do Norte do Paraná/Colegiado de Matemática,
barbara.palharini@uenp.edu.br

 <http://orcid.org/0000-0002-3712-9663>

Resumo

Este artigo apresenta uma revisão de literatura a respeito de Modelagem Matemática na Educação Básica. Tendo como objetivo investigar o estado atual da pesquisa sobre Modelagem Matemática na Educação Básica a revisão foi feita em periódicos da área de ensino, com estratos A1, A2, B1 e B2 qualificados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Os procedimentos metodológicos seguiram os pressupostos de uma Revisão Sistemática de Literatura por meio de dois momentos: inicialmente, periódicos com publicações em língua portuguesa foram selecionados, e em um período de cinco anos foram coletadas as produções referentes a Modelagem Matemática na Educação Básica; posteriormente, uma síntese foi realizada a fim de evidenciar os principais focos da pesquisa contemporânea nesse nível de escolaridade. Sessenta e quatro artigos de 577 periódicos investigados foram analisados e destes emergiram-se três eixos de pesquisa: Pesquisas sobre Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica; Pesquisas sobre as concepções e compreensões dos professores da Educação Básica; e Pesquisas sobre a formação inicial e continuada de professores da Educação Básica.

Palavras-chave: Educação Matemática; Modelagem Matemática; Revisão Sistemática de Literatura; Educação Básica.

Abstract

This paper presents a literature review regarding Mathematical Modelling in Basic Education. Aiming to investigate the current state of the research on Mathematical Modelling in Basic Education, the review was done in periodicals of the teaching area, with A1, A2, B1 and B2 strata qualified by the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel - CAPES. The methodological procedures followed the assumptions of a Systematic Review of Literature through two moments: initially periodicals with publications in Portuguese language were selected, and in a period of five years were collected the productions referring to Mathematical Modeling in Basic Education; later, a synthesis was performed to highlight the main focuses of contemporary research in this level of schooling. Sixty-four articles from 577 investigated journals were analyzed and from these emerged three research axes: research on mathematical modeling developed in basic education; research on the conceptions and understandings of basic education teachers; and research on initial and continuing teacher education in basic education.

Keywords: Mathematical Education; Mathematical Modelling; Systematic Review of Literature; Basic Education.

Introdução

É notório o crescimento das pesquisas acerca da Modelagem Matemática na Educação Matemática (BARBOSA, 2001; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012; BASSANEZI; 2015, entre outros). Embora esta abordagem tenha seu início, na Educação Matemática brasileira, no final da década de 1970 e início da década de 1980, centrada no ensino superior, atualmente há grupos de pesquisas, conferências e eventos que fomentam a troca de experiências, discussões e reflexões de pesquisas sobre esta temática em diferentes níveis de escolaridade (MALHEIROS, 2016).

Diferentes práticas de Modelagem Matemática salientam a necessidade imposta pelos avanços tecnológicos e pelas mudanças de pensamentos e atitudes da sociedade contemporânea, motivando assim a utilização de abordagens educacionais diferenciadas que possam viabilizar aos alunos o estabelecimento de relações entre os conteúdos ensinados na escola e sua realidade (BIEMBENGUT; HEIN, 2007; BASSANEZI, 2010; BARBOSA, 2001), de forma a romper com as práticas docente centradas na transmissão de conteúdos pelos professores e na passividade dos alunos no processo de aprendizagem.

Os documentos oficiais sinalizam que o ensino e a aprendizagem da matemática escolar devem proporcionar a participação ativa dos alunos nestes processos e o

estabelecimento de relações entre os conteúdos matemáticos e destes com os aspectos sociais, visto que “o conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos” (BRASIL, 2018, p. 265).

Não há na literatura brasileira apenas uma definição da Modelagem Matemática na Educação Matemática, existem autores que a defendem como estratégia de ensino, ambiente de aprendizagem, processo de obtenção de modelos matemáticos, metodologia de ensino, ambiente de modelagem, entre outros (SOUZA; LUNA, 2014). Não é nosso foco, neste artigo, assumir um entendimento específico de Modelagem Matemática. Neste contexto, a abordamos como uma área de pesquisa da Educação Matemática, cuja inserção na Educação Básica é indicada pelos documentos oficiais por meio das diretrizes para a Educação Matemática brasileira (PARANÁ, 2008; BRASIL, 2018; BRASIL 1997).

Dada a pluralidade de entendimentos de modelagem matemática e a importância sinalizada nos documentos oficiais acerca do desenvolvimento de atividades dessa natureza, em particular, no que se refere ao ensino e à aprendizagem de Matemática, essa pesquisa visa investigar em periódicos classificados pela CAPES trabalhos que abordam os usos da Modelagem Matemática na Educação Básica, permitindo um vislumbre do estado atual da pesquisa, dos direcionamentos possíveis e de um futuro necessário. Logo, a pesquisa consistiu em uma revisão sistemática de literatura que considerou periódicos da área de ensino, qualificados nos estratos A1, A2, B1 e B2 no período de 2013 a 2017.

Neste contexto, este artigo está delineado de modo a apresentar: uma introdução para contextualizar a pesquisa desenvolvida, uma breve síntese da pesquisa em modelagem matemática, os aspectos metodológicos que guiaram a pesquisa, os resultados obtidos na revisão de literatura e as considerações finais da pesquisa.

Sobre a pesquisa em Modelagem Matemática

Pesquisas que tem como foco mapeamentos, estado da arte ou revisões sistemáticas em Modelagem Matemática na Educação Matemática ganham espaço quando o foco se desdobra no entendimento da área e na busca por avanços teóricos, epistemológicos e de cunho filosófico (BIEMBENGUT, 2009; BICUDO; KLÜBER, 2011; KLÜBER; BURAK, 2014; TAMBARUSSI; KLÜBER, 2014a; TAMBARUSSI; KLÜBER, 2014b; PEREIRA et. al., 2017).

A Modelagem Matemática na Educação Matemática está incorporada no cenário nacional há pouco mais de quatro décadas, estando ainda em processo de consolidação e não possuindo um núcleo comum de entendimentos acerca das teorias e concepções ontológicas e epistemológicas veiculadas na literatura (BICUDO; KLÜBER, 2011; KLÜBER; BURAK, 2014; TAMBARUSSI; KLÜBER, 2014b).

Com intuito de esclarecer algumas convergências e divergências de entendimentos teóricos acerca da Modelagem Matemática, Bicudo e Klüber (2011) apresentam entendimentos de Modelagem Matemática que possuem diferenças e semelhanças entre

si. Se por um lado alguns pesquisadores valorizam a construção de um Modelo Matemático (BASSANEZI, 2002), por outro lado, alguns pesquisadores valorizam os processos de ensino e de aprendizagem (BARBOSA, 2001). Logo, a ênfase da Modelagem Matemática pode estar relacionada à maneira lúdica de relacioná-la como método de pesquisa utilizada por modeladores profissionais com o contexto educacional, em outra perspectiva pode estar relacionada com ambientes de aprendizagens associados à problematização e investigação.

Bicudo e Klüber (2011) analisaram as citações dos pesquisadores da Modelagem Matemática nos trabalhos considerados, e ao relacionarem o foco de pesquisa dos respectivos trabalhos, argumentaram que quando o foco da pesquisa está direcionado à Modelagem Matemática ou aos modelos matemáticos se destacam as concepções de Bassanezi (2002) e Biembengut (1999). Por outro lado, quando o foco de pesquisa está direcionado aos processos de ensino e de aprendizagem, prevalece as concepções de Barbosa (2001) e Burak (2010).

Considerando o foco das pesquisas em Modelagem Matemática no processo de ensino e de aprendizagem em matemática, as pesquisas revelam a busca pela compreensão acerca dos modos pelos quais a Modelagem Matemática favorece as situações de aprendizagens nos contextos científicos, sociais e históricos. Neste cenário, as pesquisas em Modelagem Matemática mostram-se significativas desde a aprendizagem de conteúdos basilares da matemática até conteúdos complexos:

[...] os estudantes são incentivados a explorar situações matemáticas com conteúdo elementares. Consideramos esse aspecto relevante no que concerne à busca de ensinar visando uma aprendizagem que privilegie a produção do conhecimento matemático e não somente o trabalho com MM tomado como um recurso didático (BICUDO; KLÜBER, 2011, p. 17).

Bicudo e Klüber (2011) apresentam uma “constelação” de ideias sobre as teorias de ensino e de aprendizagem que são relacionadas com a Modelagem Matemática e citam algumas destas que emergiram de seus levantamentos, tais como: Campos Conceituais, Educação Matemática Crítica, Aprendizagem Significativa, Transposição Didática, entre outras. Este fato converge com as argumentações que apresentam a articulação entre a Modelagem Matemática e as teorias de aprendizagem, de modo que “as teorias agregadas à pesquisa são concernentes a processos cognitivos, didáticos, pedagógicos, tecnológicos, informáticos, sociais e culturais” (KLÜBER; BURAK, 2014, p. 15). Neste sentido:

[...] os processos cognitivos se pautam, por exemplo, na teoria internacionalista de Vygotsky. Os processos didáticos, na transposição didática de Chevallard. Os processos tecnológicos, na sua relação com educação a distância por meio da informática. E os processos sociais e culturais que aparecem quando dos usos da Modelagem Matemática em sala de aula (KLÜBER; BURAK, 2014, p. 15).

Cabe destacar as contribuições das pesquisas elaboradas por Pereira et al. (2017) e Pereira e Souza Junior (2019), que procuraram relacionar as contribuições das

Tecnologias Digitais Educacionais com a Modelagem Matemática, evidenciando as potencialidades destas relações para os processos de ensino e de aprendizagem em matemática:

Os resultados das pesquisas investigadas apontam elementos como a motivação dos estudantes, potencialização de discussões e para o pensar juntos com a tecnologia, facilitação da aprendizagem, multiplicidades de possibilidades para o envolvimento dos alunos com a resolução das atividades. Tais resultados estão associados ao uso de softwares, em particular, de manipulação de dados algébricos e à visualização de gráficos de funções (PEREIRA et al., 2017, p. 13).

Ainda no que se refere às tecnologias digitais, no contexto da educação à distância, Bicudo e Klüber (2011) apresentaram a possibilidade da formação de um núcleo de pesquisa iniciado por Barbosa, pesquisador renomado em Modelagem Matemática na Educação Matemática, que procura estender os ambientes de Modelagem Matemática para o ensino e a aprendizagem por meio de estruturas virtuais.

Para Biembengut (2009) o movimento pela Educação Matemática no âmbito nacional foi tão intenso que trouxe consigo algumas reformulações curriculares, dentre elas estão os cursos de formação de professores, que passaram a ter acesso a novas abordagens em ensino, as quais devem proporcionar ao estudante conhecimentos sobre o contexto sociocultural e ainda relacionar a matemática a diversas áreas do conhecimento. Entre estas abordagens está inserida a Modelagem Matemática.

No que tange à pesquisa acerca da formação continuada de professores, Tambarussi e Klüber (2014b) evidenciaram a preocupação com o baixo índice de procura dos docentes da Educação Básica e o alto índice de desistência dos cursos, aspectos ligados à cultura escolar dos professores, à burocracia escolar, aos modelos de atividades ou ao tipo de atividades com as quais os professores da Educação Básica não estão familiarizados.

Diante do exposto, evidenciamos a necessidade de investigar os usos da Modelagem Matemática na Educação Básica considerando periódicos científicos que divulgam boa parte dos trabalhos associados às pesquisas e práticas. Nesta perspectiva, direcionamos uma revisão de literatura que possa colaborar tanto com a visão atual da pesquisa, quanto com os futuros direcionamentos a partir de possíveis lacunas existentes.

Encaminhamento metodológico

A revisão de literatura tratada neste artigo foi planejada e executada com base nos pressupostos de Kitchenham (2004). Neste contexto, a pesquisa foi identificada a partir do interesse nos usos da Modelagem Matemática na Educação Básica. Estudos primários foram coletados em 1356 periódicos com estratos A1, A2, B1 e B2 qualificados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, da área de Ensino.

Para extração dos dados, critérios de inclusão foram considerados, no período compreendido entre os anos de 2013 e 2017: os periódicos qualificados deveriam ser nacionais e apresentar banco de dados digital (577 periódicos); o título, resumo ou palavras-chave do artigo investigado deveria conter ao menos um dos termos ‘*Modelagem Matemática*’, ‘*Modelo Matemático*’, ‘*Modelação*’, ‘*Mathematical Modeling*’, ‘*Mathematical Modelling*’, ‘*Mathematical Model*’, ‘*Modeling*’ ou ‘*Modelling*’. Da extração e monitoramento dos dados, 295 artigos foram selecionados, dos quais 64 se referiam à Educação Básica, contemplando algum dos termos ‘*Ensino Fundamental*’, ‘*Ensino Médio*’, ‘*Basic Education*’, ‘*Elementary School*’ ou ‘*High School*’.

Para cada artigo encontrado foi atribuído um código alfanumérico: para os artigos voltados para a Educação Básica foram atribuídas as letras EB, e em geral, são artigos que trazem contribuições para ambos os níveis de ensino (fundamental e médio); para os artigos específicos do Ensino Médio, foi atribuído o código EM e para os artigos específicos do Ensino Fundamental, foi atribuído o código EF. Após cada código foi atribuído um número sequencial, aleatoriamente e sucessivamente (Quadro 1).

Quadro 1: Código, título e autores dos dados da Revisão Sistemática de Literatura.

Código	Título	Periódicos	Autor(es)
EB01	A formação continuada de professores de matemática da Educação Básica em Modelagem Matemática: Possibilidades da Educação à Distância online via software Moodle.	Educere & Educare Revista de Educação	Ferreira; Burak (2016)
EB02	A transformação do texto pedagógico do planejamento do ambiente de Modelagem Matemática na prática pedagógica escolar	Perspectivas da Educação Matemática	Silva; Oliveira (2014)
EB03	Avaliação em atividade de Modelagem Matemática na Educação Matemática: o que dizem os professores?	Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática	Oliveira; Kato (2017)
EB04	Formação continuada e Modelagem Matemática: Percepções de professores	Educação Matemática em Revista	Scheller; Bonotto; Biembengut (2015)
EB05	Modelagem em aulas de matemática: Reflexos da formação inicial na Educação Básica	Perspectivas da Educação Matemática	Malheiros (2016)
EB06	Modelagem Matemática e os textos produzidos em um programa de formação continuada	Zetetike	Luna; Barbosa (2015)
EB07	Modelagem Matemática na Educação Matemática: Obstáculos segundo professores da Educação Básica	Educação Matemática em Revista	Ceolim; Caldeira (2015)
EB08	Modelagem Matemática: Abordagens na Educação Básica na perspectiva da Educação Matemática Crítica	Revista Paranaense de Educação Matemática	Mesquita; Ceolim (2017)
EB09	Modelagem Matemática: uma oportunidade para o exercício da reflexividade do professor de matemática	Educere & Educare Revista de Educação	Rosa; Kato (2014)
EB10	Modelagem no cárcere: Educação matemática para a paz	Revista Eletrônica de Educação	Gomes; Caldeira (2014)
EB11	O ensino de estatística e probabilidade na Educação Básica: Atividade e projetos gerados a partir de pesquisas de Mestrado Profissional	Vidya (Santa Maria. Online)	Souza; et. al., 2013
EB12	Prática de Modelagem Matemática na formação inicial de professores de matemática: relato e reflexões	Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos RBEP-INEP	Oliveira (2017)
EB13	Problematizando enunciados no discurso da Modelagem Matemática	BOLEMA: Boletim de Educação Matemática (Online)	Magnus; Caldeira; Duarte (2016)
EB14	Quando a escolha do tema em atividades de Modelagem Matemática provém do professor: o que está em jogo?	Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática	Silva; Oliveira (2014)
EB15	Uma experiência na formação continuada de professores de matemática na modalidade a distância	Revista Conexão UEPG	Pereira; Schlünzen Júnior; Palharini (2015)

EB16	Uma vivência com Modelagem Matemática na Formação Continuada de professores de Matemática: Algumas compreensões	Educação Matemática em Revista	Rosa; Zampieri; Malheiros (2015)
EF01	A Modelagem Matemática como metodologia para o ensino e a aprendizagem dos Fractais	Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação	Komar; et. al. (2017)
EF02	A Modelagem Matemática para o ensino da Geometria – Relação de Euler	Criar Educação Revista do Programa de Pós-Graduação Em Educação UNESC	Pereira; et. al. (2017)
EF03	Formação continuada e Modelagem Matemática: Contribuições para a melhoria no ensino de matemática	ARETÉ - Revista Amazônica de Ensino de Ciências	Goulart; Neumann; Quartieri (2016)
EF04	Modelagem Matemática e Aerogeradores: Uma possibilidade para interdisciplinaridade na sala de aula	Educação Matemática em Revista	Galle; Vargas; Lara (2015)
EF05	Modelagem Matemática e simulações interativas: uma experiência com função afim e meio ambiente no ensino de matemática	Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação	Costa; Pontarolo (2017)
EF06	Modelagem Matemática e Tecnologia na perspectiva crítica	Teoria e Prática da Educação	Teres; Raabe; Gesser (2015)
EF07	Modelagem Matemática em disciplinas do ensino superior: O que manifestam os estudantes?	Educere & Educare Revista de Educação	Vertuan; Silva; Borssoi (2017)
EF08	Modelagem Matemática no Ensino Fundamental: A linguagem de alunos como foco de análise	Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática	Almeida; Tortola (2014)
EF09	Modelagem Matemática nos Anos Iniciais da Educação Básica: Uma discussão necessária	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	Burak; Martins (2015)
EF10	Modelagem Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Um olhar segundo as orientações didáticas presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais	Imagens da Educação	Zanella; Kato (2016)
EF11	Modelagem Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Uma proposta para o 5º ano	Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas (ONLINE)	Giongo; Kuhn (2016)
EF12	Modelagem Matemática nos Anos Iniciais: pesquisas, práticas e formação de professores	Revemat	Souza; Luna (2014)
EF13	Modelagem Matemática: uma prática realizada com professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental	Educação por Escrito	Rehfeldt; Quartieri; Giongo (2017)
EF14	Modelagem Matemática: Uma possibilidade para o ensino de matemática nos Anos Iniciais	Perspectivas da Educação Matemática	Souza; Rosa (2016)
EF15	O museu como espaço interdisciplinar: Projeto de reutilização da água desenvolvido por estudantes do Ensino Fundamental	Revista Ciências & Ideias	Fick; Giglio; Lara (2016)
EF16	Procedimentos manifestos por alunos do Ensino Fundamental em uma atividade de Modelagem Matemática	Ensino & Pesquisa	Castro; Veronez (2017)
EF17	Reflexões a respeito do uso da Modelagem Matemática em aulas nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental	Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos RBEP-INEP	Tortola; Almeida (2013)
EF18	Um olhar sobre os usos da linguagem por alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental em atividades de Modelagem Matemática	Revista Paranaense de Educação Matemática	Tortola; Almeida (2016)
EM01	A conversão entre diferentes registros de representação semiótica em uma atividade de Modelagem Matemática	Vidya (Santa Maria. Online)	Costa, et. al. (2015)
EM02	A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem: contribuições das atividades sobre energia elétrica	Praxis	Soares; Santos Júnior, 2016
EM03	A Modelagem Matemática no estudo de funções exponenciais	Revista de Educação, Ciências e Matemática	Gonçalves; Menegais (2016)
EM04	A utilização da Modelagem Matemática como metodologia facilitadora e motivadora no processo de ensino/aprendizagem	Linkscienceplace	Duncan, et. al., 2015
EM05	A utilização de tecnologias digitais nos primeiros passos na arte da pesquisa: uma experiência de Modelagem	RENTE. Revista Novas Tecnologias na Educação	Scheller; Biembengut, 2013
EM06	Aplicação das Cadeias de Markov no estudo do controle biológico da planta aquática Eichhornia azurea	Ciência e Natura	Silveira Júnior; Silveira, 2015

EM07	Aprendizagem matemática no contexto educacional ribeirinho: A análise de registros de representação semiótica em atividade de Modelagem Matemática	Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos RBEP-INEP	Pinheiro; Alves; Silva (2016)
EM08	Aquecimento e resfriamento da água, aproximados à forma real	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Oliveira Júnior, et. al. (2016)
EM09	Competências de Modelagem Matemática: Uma reflexão com professores do Ensino Médio	Educação Matemática em Revista	Bertolucci (2015)
EM10	Concepção de não neutralidade dos modelos matemáticos: uma experiência no ensino médio	Educação Matemática Pesquisa	Melo; Chrispino, 2013
EM11	Educação Comparada: uma análise dos Currículos prescritos de Matemática de Brasil e México	Educação Matemática Pesquisa	Silva; Almouloud, 2017
EM12	Educação matemática na educação profissional de Nível Médio: Análise sobre possibilidades de abordagens interdisciplinares	BOLEMA : Boletim de Educação Matemática (ONLINE)	Gonçalves; Pires (2014)
EM13	Ensino e Aprendizagem de funções trigonométricas por meio do software GeoGebra aliado à Modelagem Matemática	Rencima	Melo; Fireman, 2016
EM14	Etnofísica, Modelagem Matemática, geometria... Tudo no mesmo Manuzá	Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas (ONLINE)	Souza, 2013
EM15	Implicações de uma prática pedagógica envolvendo Modelagem Matemática e o tema Bicicleta	Revista Trilhas Pedagógicas	Santos; Quartieri, 2016
EM16	Inteirações entre construção e interpretação de gráficos estatísticos em projetos de Modelagem Matemática com uso de tecnologias de informação e comunicação	Vidya (Santa Maria. Online)	Diniz; Fernandes, 2016
EM17	Modelagem de objetos Campeiros: Investigação centrada nas ideias da Educação Matemática Realista	Educação Matemática em Revista-RS	Goerch; Bisognin, 2014
EM18	Modelagem Matemática Crítica com Investigação	Vidya (Santa Maria. Online)	Sodré; Santo, 2013
EM19	Modelagem Matemática e Bicicleta: Investigação do custo benefício deste meio de transporte	Revista de Educação, Ciências e Matemática	Santos; Quartieri, 2014
EM20	Modelagem Matemática e Leishmaniose: possibilidade de relação entre biologia e matemática	Revemat	Strohschoen; Reis; Quartieri, 2016
EM21	Modelagem Matemática no GeoGebra: Uma análise a partir dos registros de representação semiótica	Rencima	Viana; Boiago, 2015
EM22	Modelagem Matemática: descobrindo o volume em uma forma de bolo	Revista Kiri-Kerê - Pesquisa em Ensino	Rehfeldt; Puhl; Neide, 2017
EM23	O ensino de estatística mediado pela Modelagem Matemática	Vidya (Santa Maria Online)	Cataneo; Martins; Burak, 2016
EM24	O projeto "lançamento de projéteis": Uma perspectiva para o ensino e aprendizagem da matemática no Ensino Médio	Revemat	Ninow; Kaiber, 2016
EM25	Práticas de Monitoramento Cognitivo em atividades de Modelagem Matemática	Revista Kiri-Kerê - Pesquisa em Ensino	Rehfeldt; Dente; Neide, 2017
EM26	Práticas pedagógicas: Formação na licenciatura em Matemática	Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências	Beltrão, et. al., 2017
EM27	Utilização da Modelagem para explorar conceitos matemáticos por meio da construção de maquetes	Revista Eletrônica Fafit/Facic	Haliski; Silva, 2013
EM28	Utilização do GeoGebra na resolução de problemas físicos: Uma possibilidade para a Modelagem Matemática na Educação Matemática	Revista Thema	Martins; Doefing; Bartz (2017)
EM29	Vídeos digitais nos trabalhos de Modelagem Matemática	Educação Matemática em Revista	Domingues; Borba, 2017
EM30	Modelagem Matemática e tecnologias digitais: uma aprendizagem baseada na ação	Educação Matemática Pesquisa	Silva; Barone; Basso, 2016

Fonte: os autores (2019).

Distribuídas por níveis de ensino, 16 pesquisas tinham o foco na Educação Básica, 18 pesquisas tiveram foco no Ensino Fundamental e 30 voltaram-se para o Ensino Médio. De maneira geral, os trabalhos abordam estudos voltados para a formação docente, avaliações em atividades de Modelagem Matemática, reflexão do professor, entre outros.

Desta maneira, após analisados, os artigos foram categorizados em três eixos emergentes, a saber: pesquisas sobre Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica; pesquisas sobre as concepções e compreensões dos professores da Educação Básica; pesquisas sobre a formação inicial e continuada de professores da Educação Básica (Quadro 2).

Quadro 2: Síntese dos artigos por eixos emergentes.

Eixo	Códigos
Pesquisas sobre Modelagem Matemática desenvolvidas <u>na</u> Educação Básica	EB08; EB10; EF01; EF02; EF04; EF05; EF06; EF08; EF15; EF16; EF17; EF18; EM01; EM02; EM03; EF10; EM04; EM05; EM06; EM07; EM08; EM10; EM13; EF11; EM14; EM15; EM16; EM17; EM18; EM19; EM20; EM21; EM22; EM23; EM24; EM27; EM28; EM30;
Pesquisas sobre as concepções e compreensões dos professores <u>da</u> Educação Básica	EB04; EB13; EM09.
Pesquisas sobre a formação inicial e continuada <u>de</u> professores da Educação Básica	EB01; EB02; EB03; EB05; EB06; EB07; EB09; EB11; EB12; EB14; EB15; EB16; EF03; EF07; EF09; EM29;

Fonte: os autores (2019).

Análise dos dados e resultados

Apresentaremos a seguir as discussões a respeito dos três eixos emergentes da análise dos dados coletados, contemplados no Quadro 2. Neste sentido, vale reiterar que prevalecem pesquisas que abordam sobre a Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica, seguido das pesquisas que consideram a formação inicial e continuada de professores, resultando em poucos trabalhos dedicados a compreender as concepções dos professores da Educação Básica quanto à Modelagem Matemática.

Sobre as pesquisas de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica

De modo geral, as pesquisas sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática apontam para o rompimento de práticas pedagógicas voltadas para o ensino de matemática sem conexão entre os conteúdos e também com outras áreas do conhecimento (EB08; EF01; EF02; EF10; EF11; EF17; EM03; EM04; EM06; EM07; EM08; EM14; EM18; EM20; EM22; EM23; EM24 e EM27); sobre o monitoramento cognitivo dos alunos e suas linguagens (EF16); sobre a possibilidade de reflexões sociais, econômicas, políticas e ambientais (EB10; EF04; EF15; EM02; EM02; EM10; EM15 e EM19) e sobre a articulação entre a Modelagem Matemática e o uso de tecnologias digitais educacionais (EM28; EF05; EF06; EF18; EM01; EM05; EM13; EM16; EM17; EM21 e EM30).

A necessidade do rompimento com práticas pedagógicas voltadas ao ensino de matemática de modo mecânico e descontextualizado, foi evidenciada nas pesquisas, tendo como argumentação a participação ativa dos alunos em aulas de matemática, a reflexão crítica dos alunos, aulas dinâmicas, a interação mútua entre alunos e professores, os conteúdos contextualizados, a atribuição de sentidos e significados aos

conteúdos de matemática, valorização dos conhecimentos prévios dos alunos entre outras ações que a Modelagem Matemática pode proporcionar.

Os autores da pesquisa EF02 relataram a experiência desenvolvida por graduandos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID em um projeto de matemática, cujo tema delineado pelos professores foi a “Relação Euler – Poincaré”. Já na pesquisa EM22, os autores apresentam resultados de uma intervenção pedagógica com objetivo de trabalhar o conteúdo de volume de sólidos geométricos por meio do cálculo do volume de massa de uma forma de bolo. Em ambos os trabalhos, os resultados evidenciam a característica da Modelagem Matemática em promover a participação e interesse dos alunos, apresentando-se como facilitadora na construção do conhecimento.

Resultados similares foram obtidos em EM04, cujo objetivo foi investigar se a utilização da Modelagem Matemática se apresenta como facilitadora na construção de conhecimentos matemáticos, proporcionando melhor compreensão dos conteúdos. Nesta pesquisa os alunos desenvolveram atividades de Modelagem Matemática em dois projetos, o primeiro sobre “Estimativa de orçamento para construção de um telhado tipo colonial em suas residências”, e o segundo sobre “modelo para a construção da cobertura de uma quadra esportiva”. Ambos os projetos foram propostos pelos professores e tiveram como objetivo desenvolver um estudo dos conteúdos de área, trigonometria e função do segundo grau. Com tema semelhante, a pesquisa EM14, apresenta uma intervenção pedagógica no sentido de trabalhar conteúdos de trigonometria na construção de um teodolito caseiro. Os resultados apontam para aulas mais dinâmicas com maior interação entre os alunos e professores, estimulando a curiosidade dos estudantes, fator determinante para os processos de ensino e de aprendizagem.

Estes resultados também corroboram à pesquisa EM03, que apresentou dados de uma intervenção pedagógica utilizando-se de duas atividades de Modelagem Matemática, ambas com temas propostos pelos professores para inserir o conteúdo de funções exponenciais. Os resultados apontam para a participação ativa dos alunos, tornando-se responsáveis pela solução das atividades que lhes foram propostas, evidenciando a responsabilidade no processo de aprendizagem.

Na perspectiva de inserção de conteúdos escolares por meio da Modelagem Matemática, a pesquisa de EF17 foi realizada visando apresentar o potencial da Modelagem Matemática em contemplar conteúdos curriculares de Matemática. Neste sentido, os autores destacam que a Modelagem Matemática não está focada na abordagem de um conteúdo específico, o que é frequente nos exercícios de fixação, no entanto, em uma abordagem que seja capaz de abordar diferentes conteúdos matemáticos de forma articulada. Em EF10, diferentes ações, tais como seleção de variáveis, formulação de hipóteses e resolução de atividades com estruturas semelhantes, porém, diferentes representações foram sugeridas pelos alunos a partir de operações matemáticas básicas. Tais ações podem ser interpretadas como fases da Modelagem Matemática, de acordo com as orientações de Almeida, Silva e Vertuan (2012). Além disso, estão em consonância com os objetivos propostos para o ensino de matemática

desde os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1997) até mais recentemente, mediante a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018).

A Modelagem Matemática também se aplica em situações nas quais os estudantes apresentam dificuldades em assimilar os conceitos matemáticos e/ou na interpretação de resoluções de problemas, os quais estão aliados a falta de domínio de conhecimentos matemáticos básicos. Diante desta situação, os autores de EM27 enfatizam a importância de abordar temáticas que sejam do interesse dos alunos, ou seja, contextualizar estes estudos com tema da realidade local. Em EM23, para superar a falta de significados dos conteúdos matemáticos, os autores desenvolveram uma atividade de Modelagem Matemática por meio de um “minicenso” proposto pelo professor, o qual possibilitou reflexões e discussões não apenas sobre os conteúdos matemáticos, mas também sobre outros aspectos envolvidos na abordagem do tema. Ademais, oportunizou o processo de revisão de conceitos, que em geral estavam esquecidos ou foram aprendidos sem significação.

Objetivando investigar as concepções atribuídas à Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica, no artigo EB08 os autores evidenciaram três categorias que convergem entre a Modelagem Matemática e a Educação Matemática Crítica, sendo elas em relação à democracia na sala de aula e ao desenvolvimento de competência crítica e autonomia, por parte dos estudantes, a partir do conhecimento reflexivo; desenvolvido por meio das reflexões possibilitadas pelo ambiente de problematização; além da investigação e reflexão proporcionada pelas atividades de Modelagem Matemática.

Em EM18, os autores procuraram analisar as contribuições da Modelagem Matemática Crítica como atividade de ensino e investigação para a matemática escolar, na qual a comunicação de atividades de Modelagem Matemática pôde fomentar a competência crítica-reflexiva dos alunos, além de possibilitar a articulação de diferentes objetos matemáticos que, de maneira geral, são tratados de forma isolada e desconexa no ambiente escolar. Neste contexto, o papel do aluno é colocado como sujeito envolvido na situação de aprendizagem, capaz de tomar decisões e sustentá-las com argumentos matemáticos, valendo-se de suas experiências na investigação, evidenciando uma mudança de postura do aluno frente a construção e desconstrução da resposta mais aceita socialmente, superando a postura escolar na qual os alunos buscam resposta simplesmente pela resposta.

A pesquisa de EM07 apresenta uma análise cognitiva dos registros de representação semiótica feita por alunos em atividades de Modelagem Matemática sobre o tema manejo sustentável do açaí para o estudo da função de primeiro grau. A escolha do tema, por parte do professor, se deu devido à atividade econômica predominante na região e pelo fato de coincidir, à época, com o período de safra. A atividade foi desenvolvida em duas etapas: na primeira, foi proposto um debate entre os alunos da melhor forma para solucionar a situação-problema proposta pelo professor sobre o manejo do açaí; na segunda etapa houve a socialização das respostas elaboradas pelos grupos. Os resultados mostraram a dificuldade dos alunos com a mobilização de

conhecimentos matemáticos. Além disso, os autores evidenciaram aspectos da falta de atribuição de significados dos estudantes com relação aos procedimentos, mostrando a mecanização dos conceitos e instabilidade dos conhecimentos prévios com relação ao resultado obtido. Nessa pesquisa, acentua-se a dificuldade com o rompimento da prática expositiva e a conversão para o direcionamento do aluno com agente protagonista de sua aprendizagem.

Com objetivo de relatar uma atividade de Modelagem Matemática a partir do tema “Fractais”, cuja escolha se deu por parte dos alunos, os autores de EF01 sugerem que esta atividade possibilita aos alunos relacionar o conteúdo estudado com a semelhança de estruturas reais da natureza como a couve-flor, ramo de cedro, brócolis, entre outras. Este fato determinou o potencial da atividade e a relação do conteúdo estudado com conhecimentos prévios dos alunos, além de destacar a importância da relação com outras áreas do conhecimento, para que temas de interesse dos estudantes possam ser explorados com objetivo de motivá-los. Neste mesmo sentido, a pesquisa EF11 sinaliza a importância de considerar no desenvolvimento da atividade o que os alunos já sabem, para que estabeleçam conexões com situações anteriormente vivenciadas, demonstrando que a matemática tratada de forma interdisciplinar é uma característica das atividades de Modelagem Matemática, podendo contribuir para que os alunos atribuam significados ao conteúdo estudado.

Com o foco na relação da matemática com outras áreas das ciências, os pesquisadores do trabalho EM08 desenvolveram um projeto de iniciação científica a fim de relacionar o estudo de matemática e física sobre o conteúdo de calorimetria. Por meio do desenvolvimento de um experimento foi possível destacar a relação entre os conceitos matemáticos e físicos, evidenciando a superação do estudo fracionados de ambos conhecimentos. Neste mesmo contexto, a pesquisa EM24 apresentou um projeto denominado de Lançamento de Projéteis, o qual possibilitou trabalhar a relação entre os conteúdos de funções afim, funções quadráticas, movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado, utilizando-se do *software* Excel. Este projeto gerou um expressivo conjunto de dados coletados de forma experimental, possibilitando buscar soluções com aproximações e modelos já existentes, o confronto de cálculos, a verificação de hipóteses e o descarte de soluções que não atendiam ao problema, bem como sinalizar o estabelecimento de relações entre propriedades dos conceitos físicos e matemáticos.

No que tange à articulação entre Biologia e Matemática, EM20 trata um relato de experiência acerca de uma prática pedagógica envolvendo a Modelagem, cujo tema foi a Leishmaniose. Já em EM06 os autores utilizaram a Modelagem Matemática para fazer um estudo inicial de controle biológico de plantas aquáticas por meio da inserção de insetos predadores destas plantas. Nesta perspectiva, os autores apresentam a Modelagem Matemática como um método usado por pesquisadores da área da ecologia na resolução de problemas reais e que pode ser inserida nos processos de ensino e de aprendizagem. Pretendendo estimar o número de insetos necessário para cada represa da região, os autores evidenciaram que a Modelagem Matemática proporcionou efetuar os estudos a

fim de minimizar os custos operacionais. Assim, a articulação entre matemática e temas ambientais constituiu-se uma maneira de avaliar parâmetros e prever resultados.

As ações dos alunos em atividades de modelagem matemática são foco de pesquisas como em EF16, que relata os procedimentos manifestos pelos estudantes ao desenvolver uma atividade cujo tema proposto pelo professor foi a Erva-Doce. Tal escolha se justifica por considerar o fato de que a região onde se desenvolveu a pesquisa possui inúmeras propriedades que cultivam a produção desta planta, resultando na familiaridade dos alunos com este assunto. Entra em foco nessa pesquisa o quadro de ações cognitivas proposto por Almeida, Silva e Vertuan (2012) que estão associadas à reflexão sobre o repensar, modificar e alterar os procedimentos para avaliar suas conclusões sobre a resposta obtida.

Ao trabalhar com atividades de Modelagem Matemática de forma contextualizada, é inevitável levantar reflexões sobre os aspectos voltados para o convívio social, econômico, político e científico. Tais questões se destacam nas pesquisas EB10, EM02, EM10, EM15 e EM19. Como exemplo, os pesquisadores do trabalho EM15 desenvolveram uma atividade de Modelagem Matemática com objetivo de investigar implicações pedagógicas e sociais. Neste sentido, os autores evidenciaram a relevância do trabalho com assuntos do cotidiano dos alunos, de modo que a prática pedagógica possibilitou a discussão de questões provenientes de vários assuntos, sejam eles matemáticos ou não, mostrando a capacidade das atividades de Modelagem Matemática de ultrapassar as paredes da sala de aula alcançando proporções sociais.

De forma análoga, as contribuições sociais decorrentes de atividades de Modelagem Matemática são apresentadas no relato da prática docente dos autores da pesquisa EM19, que desenvolveram atividade envolvendo o tema Bicicleta. Questões relacionadas à poluição de veículos automotores, custo dos transportes públicos e custos federais, estaduais e municipais dos transportes privados foram debatidas. Os autores relatam os aportes da matemática para a formação de cidadãos e suas contribuições sociais ao propor e analisar o custo-benefício do uso da bicicleta como meio de transportes, além de proporcionar momentos de reflexão referente aos impactos ao meio ambiente.

Nesta perspectiva, a pesquisa realizada por EM02 apresenta as contribuições das atividades de Modelagem Matemática no estudo da Energia Elétrica, tema proposto pelo professor e que novamente pode ser relacionado ao ensino e a aprendizagem de matemática e física. Vale ressaltar que a professora e pesquisadora atuavam no ensino de física e utilizou-se da Modelagem Matemática, de modo que os resultados apresentam aspectos positivos quanto a prática da Modelagem Matemática, com os alunos conseguindo relacionar conceitos físicos, tais como potência, eletricidade e energia elétrica, trabalho de uma força, rendimento, entre outros, com o consumo de energia elétrica dos aparelhos residenciais e sua relação matemática. Além disso, destaca-se a relevância do tema estudado no sentido social e econômico, enfatizando a percepção dos alunos acerca da importância do consumo consciente de energia elétrica e seu impacto ambiental.

Os pesquisadores EM10, observaram as contribuições da Modelagem Matemática sobre a concepção de não neutralidade dos modelos matemáticos, utilizando como exemplo as tarifas de transporte coletivo. Neste sentido, os pesquisadores evidenciam que o modelo matemático pode ser influenciado por fatores que são externos à matemática, como na determinação do preço da tarifa de ônibus. Ou seja, pode-se achar um modelo que determina este preço, porém pode ocorrer um fator externo a matemática, como a redução de impostos por exemplo, de modo que este modelo terá que ser alterado, o que evidencia que o modelo matemático não é neutro às ações externas à matemática. Logo, influências de ordem social, política, econômica e científica associadas ao tema da atividade de Modelagem Matemática foram vislumbradas no trabalho dos alunos, além de mostrar que o debate sócio político possibilita mostrar que não existe um conhecimento científico perfeito, livre de falhas, valores e atitudes.

Os autores EF15 apresentam uma proposta de ensino interdisciplinar utilizando-se de um museu interativo. Neste caso, o museu interativo se destaca pela exposição de experimentos, mas também pela possibilidade de intervenção do observador. Resultados evidenciam que as experimentações, saídas a campo, confecções de materiais proporcionam aos alunos maneiras diferenciadas de se aprender matemática, facilitando seu entendimento e fomentando a capacidade crítica de reflexão sobre aspectos sociais, como a conscientização na reutilização da água.

Ainda valendo-se do museu interativo e visando relatar os resultados de um projeto interdisciplinar sobre aerogeradores, os autores de EF04 consideraram conteúdo das disciplinas de matemática, física, química, geografia e língua portuguesa, planejados previamente pelos professores das disciplinas. Posteriormente, ao visitar o Museu de Ciência e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCT-PUCRS), os alunos apropriaram-se de informações sobre a geração de energia, além de compreender as transformações e funcionamento de um aerogerador por meio de explicações sobre energias eólicas, energias sustentáveis e renováveis, como também pelas observações de miniaturas de aerogeradores disponíveis no museu. Por fim, os alunos desenvolveram maquetes para construção de seus próprios aerogeradores. Os resultados apontaram para a possibilidade de a Modelagem Matemática auxiliar no desenvolvimento da ludicidade, autonomia e criatividade dos alunos, além de proporcionar reflexões sociais sobre a geração de energia.

Com o objetivo de verificar a possibilidade de trabalhar a Modelagem Matemática junto aos alunos-detentos do Sistema Penitenciário, os pesquisadores EB10 realizaram atividades dentro de um Sistema Penitenciário voltados para a Educação de Jovens e Adultos – EJA. De acordo com o perfil profissional da maioria dos alunos-detentos, os professores sugeriram como tema da atividade de Modelagem Matemática a construção civil e levaram como material de apoio para atividade à regulamentação da Prefeitura Municipal de Curitiba no Estado do Paraná em parceria com o Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura – CREA. Resultados apontam para a abordagem contextualizada de documentos oficiais e de conteúdos matemáticos, bem como para o desenvolvimento da criatividade dos alunos, além de evidenciar a inferência da atividade

desenvolvida na reflexão das possibilidades existentes do convívio social e econômico no futuro destes alunos-detentos.

Outros estudos evidenciam as especificidades na linguagem matemática em alunos de diversos níveis de ensino. A utilização de pouca linguagem simbólica nos anos iniciais e diversas representações do objeto matemático estudado são características destacadas nas pesquisas EF08; EF18 e EM01. Com o foco de investigação voltado para o uso da linguagem dos alunos do Ensino Fundamental, especificamente nos anos iniciais, EF08 indicou que os usos da linguagem subsidiam as ações dos estudantes, sustentam e direcionam as atividades de Modelagem Matemática, viabilizando o trabalho com modelos matemáticos e a obtenção de uma solução para o problema que está sob investigação. Já na pesquisa EF18, os autores analisaram como os alunos lidam com a formulação, uso e validação dos modelos matemáticos, evidenciando os vários tipos de linguagens utilizadas pelos estudantes, como linguagem natural, linguagem numérica, linguagem figural, linguagem tabular, entre outras. Consequentemente, argumentam que, em geral, ao menos dois tipos de linguagem são utilizados para analisar e interpretar os fenômenos em atividades de Modelagem Matemática, com destaque para a linguagem do fenômeno e a linguagem matemática.

As pesquisas que aliam o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e a Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem, também podem favorecer aspectos ligados à motivação, criatividade e autonomia dos alunos, conforme indicado pelos dados das pesquisas EF05; EF06; EM05; EM13; EM16; EM17; EM21; EM28 e EM30.

Na pesquisa EM30, estudos foram direcionados com auxílio do *software* GeoGebra sobre a 'Cadeia de Markov – 2D'. Os pesquisadores apontam para a valorização da aprendizagem como um processo e não como características pontuais e específicas em determinados momentos, além disso, evidenciam as possibilidades de aliar Modelagem Matemática, Tecnologias Digitais e a aprendizagem de Matemática. O uso do *software* destaca-se também na pesquisa EM28, que apresenta uma prática de Modelagem Matemática referente à Lei de Resfriamento de Newton. Neste trabalho, habilidades relacionadas ao pensamento matemático foram investigadas no estabelecimento de relações, na elaboração de conjecturas, realização de aproximações, previsões e na resolução de problemas.

Já em EM13, foram analisadas as contribuições do uso do *software* GeoGebra no estudo de Funções Trigonométricas, especificamente das funções seno e cosseno. No âmbito do Ensino Médio e à luz da Teoria de Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 2010) o trabalho com o *software* facilitou a aprendizagem de conteúdos matemáticos, otimizando o ensino e ampliando a aprendizagem. Neste sentido, o uso da Modelagem Matemática possibilitou aos alunos estabelecer uma conexão entre o conteúdo e o cotidiano, mediante a aplicação na previsão de fenômenos periódicos, além de estender as discussões para outras áreas do conhecimento como a física, astronomia, biologia e medicina.

Ainda no que tange ao uso do *software* GeoGebra, os autores de EM17 abordaram uma pesquisa sobre a modelagem de objetos campeiros com auxílio do *software*. De forma lenta e gradativa, as relações matemáticas foram emergindo, evidenciando a potencialidade da relação do uso das tecnologias relacionadas à Modelagem Matemática, o que possibilitou aos alunos identificarem as relações que o uso da tecnologia poderia promover ao modelar a situação estudada. Por sua vez, em EM21 os autores analisaram os registros de representação semiótica de um logotipo por meio da atividade de Modelagem Matemática para trabalhar conteúdos de geometria. O papel da visualização, do estabelecimento de relações entre propriedades de conceitos e de realizar cálculos com medidas de comprimentos, ângulos e áreas foram evidenciados.

O *software* Excel também é foco de trabalhos no Ensino Médio. Na pesquisa EM16 os autores analisam a leitura, construção e interpretação de gráficos estatísticos por alunos deste nível de escolaridade por meio da investigação do tema Agricultura Familiar. Na pesquisa EM05 utilizaram as tecnologias digitais em um projeto de pesquisa para vincular a matemática à realidade e estimular a pesquisa. Nestas condições, os pesquisadores mostraram a importância da tecnologia como instrumento de apoio, no que se refere às consultas online, mas também quanto ao uso do *software* Excel, favorecendo o ensino e a aprendizagem. Além disso, os autores mostraram que a relação da Modelagem Matemática com as Tecnologias proporciona aos alunos um sentido para a postura social de não estudar um tema só por estudar e sim extrapolar as fronteiras escolares com a socialização e divulgação dos conhecimentos.

As diferentes práticas de modelagem matemática na Educação Básica, estão associadas ao uso de atividades com temas definidos por professores, para o ensino de conteúdos matemáticos ou para o desenvolvimento da socialização crítica dos resultados e temas investigados. Neste contexto, experimentos, dados prontos e o uso das tecnologias digitais fomentam o trabalho dos professores em sala de aula.

Sobre a percepção e compreensões de Modelagem Matemática entre os professores da Educação Básica

Apesar de terem sido poucos os trabalhos selecionados que abordem sobre a percepção e compreensão dos professores da Educação Básica sobre Modelagem Matemática, os trabalhos selecionados merecem destaque. Na pesquisa EB13, o entendimento de Modelagem Matemática é investigado a partir da percepção de professores da Educação Básica, os quais tendem a relacionar a Modelagem Matemática com a construção de modelos matemáticos, com a linguagem matemática ou com a representação da realidade ou do cotidiano. De acordo com os autores, nenhum entendimento sobressai sobre o outro, de modo que tais percepções antecedem ao discurso da própria Modelagem Matemática.

Ao refletir sobre atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas por professores da Educação Básica, a ordem do desenvolvimento das atividades nem sempre é linear, dando indícios de que as atividades podem não ser internalizadas e

talvez não estejam efetivamente em sua prática docente. Tais resultados foram apresentados em EB04, cujo trabalho buscou compreender a percepção referente ao desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática por parte de professores da Educação Básica, tendo como base a neurociência. Para tal, uma atividade de Modelagem Matemática foi desenvolvida por professores e após um período de sessenta dias foi solicitado aos professores que evocassem em suas memórias a atividade desenvolvida, o objetivo desta lembrança é a busca por detalhamentos que são significativos e as características das situações apresentadas pelos professores. Os resultados apontam que estes professores recordaram da atividade de Modelagem Matemática em ordem diferente da que foi desenvolvida, não apresentando uma linearidade no processo.

Também merece destaque a pesquisa EM09 acerca das dificuldades de os professores reconhecerem competências dos alunos quanto a resolução de atividades de Modelagem Matemática, mostrando-se um obstáculo a ser superado. Neste sentido, foram consideradas pelos autores cinco competências de Modelagem Matemática: competência para entender o problema real e criar um modelo baseado na realidade; competência para estabelecer um modelo matemático a partir do modelo real; competência para resolver questões matemáticas dentro do modelo matemático; competência para interpretar resultados matemáticos em uma situação real; competências para validar a solução. Contudo, mediante entrevistas com os professores, destacam-se como obstáculos o “limitado conhecimento” ou a “falta de experiências” em decodificar o texto e entender as situações a serem resolvidas, bem como a flexibilidade do pensamento na construção do Modelo Matemático e/ou a escolha do conteúdo matemático apropriado à situação-problema. Logo, fica evidente que tais professores não reconhecer as competências de Modelagem Matemática. Nesta perspectiva, a pesquisa indica, por fim, a possibilidade de o sistema escolar oferecer oportunidades de formação e reflexão para a promoção das competências em Modelagem Matemática.

Ter conhecimento sobre a Modelagem Matemática, reconhecer as competências dos alunos e conhecer os aspectos da própria Modelagem Matemática são evidenciados nas pesquisas como fundamentais para a prática docente.

Sobre a formação inicial e continuada de professores

As pesquisas sobre formação inicial e continuada de professores apresentam análises sobre a veiculação de textos de Modelagem Matemática (EB02 e EB06), reflexões sobre o processo avaliativo em atividades de Modelagem Matemática (EB03), estudos acerca da motivação dos alunos, das ações dos professores e do uso de tecnologias digitais aliadas ao ensino (EB09; EB12; EB11; EM29; EB14; EF03; EF07 e EF09); além de reflexões referentes às dificuldades e inseguranças dos professores quanto a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula (EB05; EB07; EB15; EB16 e EB01).

Nos trabalhos EB02 e EB06, os autores consideram como textos veiculados nos cursos de formação docente toda forma de comunicação, seja ela por meio de falas, gestos, escrita, entre outros. Neste sentido, considera-se a representação pedagógica, falada, escrita, visual, espacial, além da postura e vestimenta, as quais são transformadas conforme as condições em que se encontram os professores. A pesquisa realizada em EB06 investigou quais e como os textos relativos à Modelagem Matemática são veiculados nos cursos de formação docente, sendo apresentado três eixos referentes à experiência dos professores quanto a prática com a Modelagem Matemática, a saber: a experiência própria com a Modelagem Matemática; a experiência com a modelagem de outros professores e a experiência com modelagem no contexto escolar de formação do professor. Em EB02, foram identificadas transformações nos textos dos professores durante o desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática. Estas transformações visam atender aos objetivos pedagógicos, como a promoção das discussões gerais sobre o tema, transformações frente a situações inesperadas e sobre o tempo disponível para o desenvolvimento das atividades.

No que se refere aos processos avaliativos em atividade de Modelagem Matemática, os autores do trabalho EB03 realizaram uma pesquisa com nove professores da Educação Básica que participaram do Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE. Os resultados apresentam possibilidades de os docentes avaliarem os estudantes utilizando-se de orientações sobre como proceder uma avaliação que indique quais caminhos devem ser incorporados nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática escolar.

Em relação às percepções de professores em formação quanto ao uso da Modelagem Matemática, o artigo EF07 apresenta os resultados obtidos em dois cursos de licenciaturas durante atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas nas disciplinas de estágio voltadas para o Ensino Fundamental. As reflexões decorrentes se referem à ação dos professores no desenvolvimento de atividades com Modelagem Matemática, o planejamento de uma aula e o envolvimento dos alunos do Ensino Fundamental nas atividades de Modelagem Matemática. Neste sentido, merece destaque o fato de apesar da necessidade de um planejamento prévio das atividades a serem desenvolvidas em sala de aula, há uma especificidade quando se trata da Modelagem Matemática, de modo que este planejamento não se sobrepõe às experiências e discussões promovidas em sala de aula.

De acordo com o exposto por EB09, o papel do professor nas atividades de Modelagem Matemática está associado à criação de estruturas, dinamização e promoção do estímulo de situações que possam promover a aprendizagem, levando em consideração o desenvolvimento de competências, capacidades e atitudes. Aspectos referentes à motivação, criatividade e criticidade na formação continuada de professores do Ensino Fundamental são sinalizadas pela pesquisa EF13.

Com foco na formação continuada de professores da Educação Básica que atuam no Ensino Fundamental e na Educação de Jovens e Adultos, quando a motivação dos alunos fica a cargo do docente, a escolha do tema da atividade de Modelagem

Matemática é colocada com influência significativa pelos pesquisadores EB14, sendo que o interesse dos alunos é uma característica crucial na seleção do mesmo. Além disso, merece destaque o fato de o acesso dos estudantes ao tema estar ligado ao seu contexto social e realidade. Resultados similares são apresentados nas pesquisas EF03 e EF09, ao relatarem as reflexões dos professores sobre os interesses de seus alunos em participar das atividades de Modelagem Matemática. No trabalho EF03, em particular, os autores destacam que a atividade proporcionou maior significado aos conteúdos matemáticos estudados, via temas externos à matemática, de modo que o curso de formação continuada serviu de motivação para o uso da Modelagem Matemática em sala de aula.

No sentido de aliar o uso de tecnologias em cursos de formação continuada, a pesquisa EB15 descreve um curso de extensão para professores de matemática em serviço na Educação Básica na modalidade a distância. Os resultados se apresentam satisfatórios quanto a inteiração entre os cursistas por meio da utilização de diversas ferramentas disponibilizadas para a coleta de dados, tais como *chats*, fórum, entre outras, as quais são possibilitadas pelo ambiente virtual.

Os autores de EM29 pesquisaram a possibilidade do uso de vídeos em trabalhos com Modelagem Matemática, em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. O trabalho decorrente da produção de vídeos em salas de aulas evidencia as possibilidades proporcionadas às atividades de Modelagem Matemática, mediante ganho visual, pesquisas bibliográficas e escolhas de temas com finalidade de divulgação e substituição da apresentação usual. Como fator positivo, os autores destacam a motivação dos alunos por se tornarem agentes ativos do processo.

Por fim, no que se refere às dificuldades e inseguranças por parte dos professores quanto a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula, a pesquisa EB07 investigou e analisou obstáculos no desenvolvimento de Modelagem Matemática no cotidiano de professores em serviços e/ou recém egressos de cursos de Licenciatura em Matemática. Os resultados sugerem três categorias de análise, a saber: formação insuficiente em Modelagem Matemática bem como dos conteúdos a ministrar, dificuldades em aplicar a Modelagem Matemática devido a postura conservadora do sistema escolar, e dificuldade em envolver os alunos em um ambiente de Modelagem Matemática.

A formação insuficiente em Modelagem Matemática é discutida em EB05, ao identificar professores em exercício que desconheciam a Modelagem Matemática. Consequentemente, estes mesmos professores acabam por frustrar o planejamento de atividades de Modelagem Matemática proposto por professores em formação, mediante disciplina de estágio supervisionado. Como argumento, os professores regentes alegaram que não poderiam utilizar-se de atividades de Modelagem Matemática por conta da carga horária e por não utilizar o material didático oferecido pelo governo.

Nesta perspectiva, a pesquisa EB01 retrata pontos que dificultaram o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no dia a dia em sala de aula, tais como: insegurança e ansiedade dos professores pelos desafios que a Modelagem Matemática impõe; resistência dos alunos em atividades investigativas, pelo motivo de

que os alunos não estarem habituados ao ensino de matemática baseado na investigação de situações-problema, o problema relacionado ao tema proposto demandar de uma discussão coletiva na escola e não apenas nas aulas de matemática; a acessibilidade dos laptops ser limitada, além da necessidade de um tempo maior para os estudantes realizarem as discussões, construções e análise das hipóteses. Estes resultados dialogam com EB16, o qual relata a experiência de duas docentes da Educação Básica durante um curso de formação continuada. Neste trabalho destaca-se a inseguranças quanto ao planejamento de aulas utilizando-se da Modelagem Matemática, devido ao cronograma escolar e questões burocráticas referentes ao sistema escolar rígido.

Perspectivas e considerações Finais

Neste artigo abordamos uma revisão sistemática da literatura, conforme os pressupostos teóricos de Kitchenham (2004), acerca do estado atual da pesquisa sobre Modelagem Matemática na Educação Básica. No processo analítico evidenciamos três eixos emergentes de pesquisas: pesquisas sobre Modelagem Matemática desenvolvidas na educação básica; pesquisas sobre as concepções e compreensões dos professores da educação básica; e pesquisas sobre a formação inicial e continuada de professores da educação básica.

As pesquisas sobre Modelagem Matemática desenvolvidas na educação básica sugerem aulas dinâmicas e criativas, cujo foco incide na valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, proporcionando a participação ativa dos estudantes nos processos de ensino e de aprendizagem. Destaca-se o ensino de forma contextualizada, relacionando a matemática com outras áreas do conhecimento e, conseqüentemente, auxiliando no rompimento a práticas de ensino de matemática fracionadas. Tais pesquisas também apontam para a possibilidade de reflexão social, econômica, política e ambientais por parte dos estudantes, além das relações entre o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação aliado à Modelagem Matemática, promovendo a potencialidade no ensino de matemática.

Por sua vez, quanto as percepções dos professores da educação básica sobre a Modelagem Matemática, as pesquisas destacam temas contemporâneos relacionados às competências de Modelagem Matemática e as contribuições da neurociência no campo do ensino e da aprendizagem de matemática. Além disso, os indícios de que professores não conseguem identificar as competências mobilizadas por seus alunos podem sinalizar certa fragilidade na formação de professores de matemática no que tange à Modelagem Matemática.

Por fim, no que se refere as pesquisas sobre a formação inicial e continuada de professores da Educação Básica, os assuntos recorrentes remetem à motivação dos alunos, à atuação dos professores em atividades de Modelagem Matemática, ao uso de tecnologias digitais educacionais aliados aos processos de ensino e aprendizagem de matemática e às inseguranças e obstáculos que os professores encontram ao utilizarem a Modelagem Matemática em sala de aula. Os rumos tomados pelas pesquisas analisadas sugerem a necessidade de pesquisas em torno do processo avaliativo a partir de

atividades de Modelagem Matemática, bem como do uso das tecnologias digitais no desenvolvimento dessas atividades.

Referências

- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**, São Paulo, n. Contexto, 2012.
- BARBOSA, J. C. **Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- BASSANEZI, R. C. **Modelagem Matemática: teoria e prática**. 1ª. ed. São Paulo: Contexto, 2015.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática**. 3. ed. São Paulo: Contexto, v. 2º, 2010.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.
- BICUDO, M. A. V.; KLÜBER, T. E. Pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil: a caminho de uma metacompreensão. **Cadernos de pesquisa**, v. 41, n. 144, p. 904 - 927, dez. 2011.
- BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 2, p. 7-32, jun. 2009.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática & Implicações no Ensino-Aprendizagem de Matemática**. Blumenau: FURB, 1999.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, v. 1ª, 2007.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**, Brasília, n. MEC/SEF, p. 142, 1997.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 31 mai. 2019.
- BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem Na Educação Matemática**, Blumenau, v. 1, p. 10-27, 2010.
- KITCHENHAM, B. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. Keele, UK, Keele University, 33(TR/SE-0401), 28, jul. 2004.
- KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Sobre a pesquisa em Modelagem na Educação Matemática Brasileira. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 143-163, jan./abr. 2014.

MALHEIROS, A. P. D. S. Modelagem em Aulas de Matemática: reflexos da formação inicial na Educação Básica. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 9, n. 21, p. 1151-1167, 2016.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica - Matemática**, 2008. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br>. Acesso em: 27 jul. 2018.

PEREIRA, G. M. R.; SOUZA JUNIOR, A. J.. Tecnologia Digitais e Modelagem Matemática: Um mapeamento de dissertações e teses brasileiras no ensino de cálculo diferencial e integral no Ensino Superior. **RENCIMA - Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 2, p. 160-175, 2019.

PEREIRA, R. D. S. *et al.* Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais Educacionais: Possibilidades e Aproximações por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura. **RENCIMA - Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 80-94, 2017.

SOUZA, E. G.; LUNA, A. V. D. A. Modelagem Matemática nos Anos Iniciais: pesquisas, práticas e formação de professores. **REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 9, p. 57 - 73, jul. 2014.

TAMBARUSSI, C. M.; KLÜBER, T. E. A pesquisa em Modelagem Matemática na Educação Matemática: sobre as atividades de formação continuada em teses e dissertações. **REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 9, n. Temática, p. 38-56, jun. 2014a.

TAMBARUSSI, C. M.; KLÜBER, T. E. A pesquisa em Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática: Um olhar epistemológico. **RPEM - Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 3, n. 5, jun./dez. 2014b.