

Mapeamento de produções recentes sobre Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental

Mapeo de recientes producciones acerca de la Modelación Matemática en los primeros años de la escuela primaria

Zulma Elizabete de Freitas Madruga
Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, Bahia, Brasil
zefmadruga@uesc.br

Adriana Breda
Universidad de Los Lagos, Departamento de Ciencias Exactas, Osorno, X Región, Chile
adriana.breda@ulagos.cl

Informações do Artigo



Histórico do Artigo

Submissão: 24 de janeiro de 2017.
Aceite: 05 de março de 2017.

Palavras-chave

Modelagem Matemática
Anos Iniciais
Educação Básica

Resumo

Este artigo apresenta resultados de uma pesquisa que tem como objetivo verificar como a Modelagem Matemática (MM) apresenta-se nas pesquisas que discutem esta temática no âmbito dos anos iniciais da Educação Básica. Como abordagem metodológica, utilizou-se os procedimentos do Mapeamento na Pesquisa Educacional. Os dados foram constituídos a partir da seleção de dez artigos publicados em periódicos Qualis A1 e A2. Para a análise, estabeleceu-se previamente cinco categorias: a) referenciais teóricos da pesquisa; b) problemas investigados/interesses de pesquisa; c) metodologias utilizadas; d) principais resultados e contribuições para o avanço do tema na área e e) perspectivas de continuidade do estudo. O estudo permitiu identificar aproximações teóricas e metodológicas entre os trabalhos analisados e evidencia que o foco das pesquisas é centrado nas reflexões, percepções e ações de estudantes e professores durante o processo de Modelagem Matemática. Apontou ainda que, quando os estudantes nos anos iniciais desenvolvem atividades deste tipo, eles ampliam suas competências matemáticas, tornando-se hábeis na resolução de problemas, além de serem mais propensos a desenvolverem outras atividades pautadas em situações reais, com enfoque interdisciplinar.

Palabras Clave

Modelación Matemática
Años Iniciales
Escuela Primaria

Resumen

En este artículo se presentan los resultados de una investigación que tiene como objetivo verificar de que manera la Modelación Matemática (MM) se presenta en las investigaciones que tratan de dicha temática en el ámbito de los primeros años de la escuela primaria. Cómo metodología se utilizó los procedimientos del Mapeo de la Investigación Educativa. Los datos fueron generados por medio de la selección de diez artículos publicados en periódicos Qualis A1 y A2. Para el análisis se estableció un total de cinco categorías: a) referentes teóricos de investigación; b) problemas de investigación; c) metodologías utilizadas; d) resultados principales y contribuciones para el avance del área; e) continuidad del estudio. Este estudio permitió identificar aproximaciones teóricas y metodológicas en los trabajos analizados y evidencia que el enfoque de las investigaciones se encuentra centralizado en las reflexiones, percepciones y acciones de los estudiantes y profesores cuándo estos realizan el proceso de Modelación Matemática. Además de eso, el estudio apuntó que cuándo los estudiantes de los años iniciales desarrollan actividades de este tipo, amplían sus competencias matemáticas, en particular, en los procesos de resolución de problemas y actividades realistas con enfoque interdisciplinar.

1. Introdução

A Modelagem Matemática (MM) já é considerada um programa de investigação consolidado na Educação Matemática, dado que diversas pesquisas comprovam sua eficácia no ensino e aprendizagem da disciplina, sendo utilizada por muitos professores, principalmente no que se refere à matemática aplicada. É verdade que ainda há certo receio por parte de alguns professores em utilizar a MM na Educação Básica, alegando principalmente a insegurança e o “engessamento” do currículo, que impossibilitam tal prática.

No entanto, pode-se dizer que a modelagem, de uma maneira geral, é eficaz em muitos casos, inclusive em razão de as pessoas utilizarem seus princípios mesmo sem terem tal conhecimento. Conforme Madruga (2016), nos diversos ramos profissionais, as pessoas utilizaram a modelagem para resolver seus problemas e externalizar suas criações. *Se as pessoas fazem uso da modelagem em diferentes ramos profissionais, será que este método não é profícuo também na escola, no ensino e aprendizagem das disciplinas nos anos iniciais?* Acredita-se que a modelagem, utilizada não somente na disciplina de Matemática, como também em qualquer outro componente curricular, pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, bem como desenvolver o senso criativo nos estudantes e, dependendo da temática, valorizar a cultura e o entorno onde vivem.

Nesse sentido, apresentam-se, por meio dos referenciais teóricos sobre MM, possibilidades de inseri-la como estratégia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Fazendo um mapeamento de produções acadêmicas de MM especificamente no âmbito dos anos iniciais do Ensino Fundamental, tem-se a intenção de verificar como tais pesquisas apresentam-se em revistas e anais de eventos, bem como a frequência com que as mesmas aparecem nacionalmente. Assim, tem-se o objetivo de verificar como a MM apresenta-se nas pesquisas que discutem esta temática no âmbito dos anos iniciais da Educação Básica.

2. Pressupostos Teóricos

A modelagem, como área da Educação Matemática, apresenta diferentes concepções. Não há um consenso sobre sua definição, gerando uma gama de estudos em diferentes direções. Exemplificando de forma sintética: Barbosa (2001) considera a modelagem como um ambiente de aprendizagem no qual os estudantes são convidados a investigar por meio da modelagem; Almeida e Dias (2004) a consideram como uma alternativa pedagógica, destacando o caráter investigativo e o estabelecimento de uma perspectiva socioepistemológica; Araújo (2009), por sua vez, considera a modelagem como um ambiente de aprendizagem (BARBOSA, 2001) orientado por um referencial crítico de Educação Matemática; Caldeira (2009) entende a modelagem como uma concepção de Educação Matemática advinda de projetos, sem a preocupação de reproduzir conteúdos curriculares, mas sem exclusão dos conceitos universais da Matemática.

De acordo com Biembengut (2014, p. 21):

Modelagem é o processo envolvido na elaboração de modelo [...]. Trata-se de um processo de pesquisa. A essência deste processo emerge na mente de uma pessoa quando alguma dúvida genuína ou circunstância instigam-na a encontrar uma melhor forma para alcançar uma solução, descobrir um meio para compreender, solucionar, alterar, ou ainda, criar ou aprimorar algo. E em especial, quando a pessoa tem uma percepção que instiga sua inspiração.

Segundo Bassanezi (2010), “trata-se de um processo dinâmico de busca de modelos adequados, que sirvam de protótipos de alguma entidade” (BASSANEZI, 2010, p. 45). Para o autor, modelo matemático consiste em um conjunto de relações matemáticas e símbolos que, de alguma maneira, representam o objeto estudado. Ele afirma que esses modelos matemáticos podem ser formulados conforme a natureza dos fenômenos ou situações analisadas e classificadas de acordo com o tipo de matemática utilizada. O autor classifica o modelo matemático como linear ou não linear, quando tem essas características conforme suas equações básicas; estática, quando representa a forma do objeto; e educacional, quando se baseia em número pequeno ou simples de suposições, tendo, na maioria das vezes, soluções analíticas.

De acordo com Bassanezi (2010), a modelagem (matemática) faz uma ligação entre as representações e o mundo. O autor a define como um processo dinâmico, utilizado para obter e validar modelos (matemáticos). Ele a considera uma forma de abstração e generalização com intuito de prever tendências. “A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual” (BASSANEZI, 2010, p. 24). O mesmo autor também afirma que o benefício da MM é possibilitar, por meio de cálculos, validar o modelo, efetuar previsões sobre o comportamento do sistema e tentar controlá-lo, uma vez que o processo permite uma aproximação da realidade sobre apresentações de um sistema ou parte dele.

Assim como Bassanezi (2010), Biembengut (2007) e Blum (2007), outros autores afirmam que o processo de elaboração de modelos se dá por meio de muitas interações. Para iniciar um trabalho utilizando modelagem, é necessário dispor de uma situação-problema que, para sua solução, não se disponha de dados suficientes para utilizar uma fórmula ou um caminho de solução. Assim, requer um levantamento de possíveis situações de estudo, as quais devem ser, preferencialmente, abrangentes para que possam proporcionar questionamentos em várias direções.

Começa-se a modelar a partir da *escolha do tema*, assunto ou situação-problema. Burak e Klüber (2011) afirmam que essa escolha deve partir do interesse do grupo ou dos grupos de estudantes envolvidos. “Esses temas são inicialmente colocados pelos estudantes, segundo o interesse que manifestam, pela curiosidade ou mesmo para a resolução de uma situação-problema” (BURAK; KLÜBER, 2011, p.48). O professor tem papel importante no encaminhamento desta etapa, pois, ao conhecer a realidade econômica, cultural e social da região, pode fornecer subsídios importantes na tomada de decisão, conforme afirmam Burak e Klüber (2011).

Posteriormente a esta escolha do tema, passa-se à etapa de *coleta de dados* qualitativos ou quantitativos, os quais podem ser obtidos por meio de entrevistas e levantamento de dados executados com os métodos de amostragem aleatória, por meio de pesquisa bibliográfica, utilizando dados já obtidos e catalogados em livros e revistas, ou por meio de experiências programadas. Burak e Klüber (2011) denominam esta etapa *pesquisa exploratória*, uma etapa que acontece naturalmente após a escolha do tema.

Os conhecimentos sobre o tema e a busca de informações no local onde está o interesse do grupo de pessoas envolvidas, além de se constituírem em uma das premissas para o trabalho nessa visão de modelagem, é uma etapa importante na formação de um estudante mais crítico, mais atento. Burak e Klüber (2011) ainda incluem uma etapa de *levantamento dos problemas*, para a qual os dados coletados na pesquisa exploratória dão sustentação. Este momento, segundo os autores, contribui para o desenvolvimento da autonomia do estudante, na formação de uma pessoa crítica.

Após estas etapas iniciais, busca-se: descobrir a configuração das questões, examinar fatos e amostragens, com a intenção de subsidiar alicerces para uma generalização; analisar a natureza e a extensão do problema, formulando hipóteses; arrolar as soluções viáveis ou as possíveis maneiras de se chegar a elas; determinar a escolha da solução que parecer mais conveniente.

Para Biembengut (2014), a etapa de formulação do problema e/ou modelo é a fase mais complexa e desafiadora, pois é nela que se dará a tradução da situação-problema para a linguagem matemática. Assim, intuição e criatividade são elementos indispensáveis. Para formular e validar as hipóteses, Biembengut (2014) considera necessário: a) classificar as informações (relevantes e não relevantes) identificando fatos envolvidos; b) decidir quais os fatores a serem perseguidos – levantando hipóteses; c) identificar constantes envolvidas; d) generalizar e selecionar variáveis relevantes; e) selecionar símbolos apropriados para as variáveis; e f) descrever estas relações em termos matemáticos.

Ao final dessa etapa, deve-se obter um conjunto de expressões e fórmulas, ou equações algébricas, ou gráficos, ou representações, ou programa computacional que levem à solução ou permitam a dedução de uma solução. De acordo com Blum (2007), é por meio de um processo matemático que os objetos relevantes, dados, relações, condições e deduções do domínio mundo são então traduzidos para a matemática, resultando em um modelo matemático apto para ser usado.

Após a formulação do modelo matemático, passa-se então para a resolução do problema a partir do modelo, interpretação da solução e validação do modelo, ou avaliação. No trabalho com modelagem, a análise crítica das soluções é um momento especial, pois abre espaço para as discussões, os debates acerca dos resultados e a reconstrução de processos. É o momento em que se discutem as soluções sob o ponto de vista da coerência e consistência lógica, da sua adequação à realidade, e da sua pertinência.

Para Burak e Klüber (2011, p. 50) esta é a etapa de *resolução dos problemas* e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema. Nesta etapa, “os conteúdos matemáticos ganham importância e significado. As operações, as propriedades e os diversos campos da matemática, que se fazem presentes nessa etapa, sem dúvida, atribuem significados aos conteúdos matemáticos”.

De acordo com Bassanezi (2010), Blum (2007) e Biembengut (2007), para utilização do modelo é preciso verificar em que nível ele se aproxima da situação-problema apresentada. Assim, a *interpretação do modelo* pode ser por meio da análise das implicações da solução, derivada do modelo que está sendo investigado, para, então, ser verificada sua adequabilidade, retornando à situação-problema estudada, *avaliando o quão significativa é a solução*. Se o modelo não atender às necessidades que o gerou, retorna-se ao processo, mudam-se hipóteses, dentre outras. A análise crítica das soluções abre espaço para as discussões, os debates acerca dos resultados e a reconstrução de processos. Para Blum (2007), durante o processo de modelagem, podem ser produzidos um ou mais modelos, que são partes integrantes do todo.

Conforme Burak e Klüber (2011), a etapa de *análise crítica das soluções* possibilita o aprofundamento tanto de aspectos matemáticos quanto de não matemáticos, tais como: culturais, sociais, antropológicos e ambientais envolvidos no tema. “Sob o aspecto da matemática pode se analisar a coerência e a consistência lógica da solução ou das soluções encontradas” (BURAK; KLÜBER, 2011, p. 51).

Para Blum (2003), os processos de modelagem estruturam-se em cinco fases: 1) simplificação do problema real a um modelo real; 2) matematização do modelo real passando por um modelo matemático; 3) busca de uma solução a partir do modelo matemático; 4) interpretação da solução do modelo matemático; e 5) validação da solução matemática interpretando-a no contexto do problema real.

Assim, de acordo com Bassanezi (2010), a utilização da modelagem no processo de ensino e de aprendizagem propicia a oportunidade de exercer a criatividade, não apenas em relação às aplicações das habilidades matemáticas, mas, principalmente, na formulação de problemas originais. A partir das ideias de Bassanezi (2010), Biembengut (2007, 2014) começa a ampliar o conceito de MM para modelagem nas ciências e modelagem na educação – modelação, e, ainda, aperfeiçoa as fases, renomeando-as. Biembengut (2003, 2007, 2014) também traz a ideia de utilizar modelagem desde o início da Educação Básica, com o intuito de potencializar e desenvolver a criatividade nos estudantes desde os anos iniciais.

3. Pressupostos Metodológicos

O presente estudo é de abordagem qualitativa interpretativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994; ALVES-MAZOTTI, 1998) e tem como objetivo verificar como a Modelagem Matemática apresenta-se nas pesquisas que discutem esta temática no âmbito dos anos iniciais da Educação Básica. Para

tal, utilizaram-se os princípios do Mapeamento na Pesquisa Educacional, na perspectiva de Biembengut (2008).

Os dados para a organização do mapeamento foram obtidos primeiramente por meio da seleção de 166 revistas as quais possuem Qualis A1 e A2. Destas, foram selecionadas apenas as que tratam de Educação e/ou Educação Matemática, excluindo também as de ciências, o que resultou na análise de 57 revistas, sendo 21 com Qualis A1 e 36 com Qualis A2. Em cada uma destas revistas, fez-se uma busca por artigos que contivessem a palavra “*modelagem*” entre os anos de 2007 a 2016.

Muitos artigos foram encontrados. A partir daí, a busca foi refinada para somente os que tratassem de modelagem no âmbito dos anos iniciais (ou séries iniciais), o que reduziu significativamente os resultados. Artigos referentes aos anos iniciais foram encontrados contendo outras temáticas: conceitos numéricos, geometria, currículo de matemática, e vários que tratam acerca das concepções de professores dos anos iniciais referentes à matemática, mas esses sem nenhuma relação à MM.

Outra busca foi realizada no “*Google Acadêmico*”, pelas expressões exatas: “*modelagem nos anos iniciais*” e “*modelagem nas séries iniciais*”. Os resultados destas buscas são expressos no Mapa 1.

Mapa 1 – Fonte de buscas e artigos encontrados.

	<i>Modelagem nos Anos/Séries Iniciais</i>
Portal Periódicos CAPES – Revistas por pares A1 e A2 (2010 a 2016)	7
Google Acadêmico	17
Total de Produções	24

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Das produções encontradas no “*Google Acadêmico*”, três delas não se referiam ao âmbito dos anos iniciais; cinco delas eram as mesmas produções encontradas nas revistas; uma delas tratava sobre conceitos químicos nos anos iniciais; uma sobre como os professores veem a Modelagem Matemática; as outras duas produções tratavam-se de monografia de especialização e dissertação de mestrado, produções estas que foram excluídas do mapa final, assim como as demais citadas.

Após leitura dos resumos de cada artigo, foram selecionados 10 para este estudo, os quais se referiam especificamente à Modelagem nos anos iniciais. Os dois artigos que foram excluídos nesta etapa configuravam-se como oficinas/minicursos: práticas que não apresentavam dados suficientes para uma análise mais profunda, conforme as categorias previamente estabelecidas. O Mapa 2 apresenta tais artigos.

Mapa 2 - Mapa da codificação das algumas produções sobre Modelagem Matemática (MM) divulgadas na forma de artigo.

A1	LUNA, A. V. A.; SOUZA, E. G.; SANTIAGO, A. R. C. M. A Modelagem Matemática nas Séries Iniciais: o gérmen da criticidade. Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia , v. 2, n. 2, p.135-157, jul. 2009.
A2	MACHADO, S. R. C. Modelagem Matemática e suas relações com o ensino nos anos iniciais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 2., 2010, Paraná. Anais... Paraná, 2010.
A3	LUNA, A. V. A. Modelagem Matemática nas séries iniciais do Ensino Fundamental: um estudo de caso no 1º ciclo. In: CONFERENCIA INTERAMERICANA DE EDUCACION MATEMATICA, 12., 2007, Santiago de Querétaro. Anais... Santiago, DeQuerétaro: Comitê Interamericano de Educación Matemática, 2007. 1 CDROM.
A4	ALMEIDA, L. M. W.; TORTOLA, E. Modelagem Matemática no Ensino Fundamental: a linguagem de alunos como foco de análise. Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática . v. 7, n. 1, 2014.
A5	ZANELLA, M. S.; KATO, L. A. Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: um olhar segundo as orientações didáticas presentes nos parâmetros curriculares nacionais. Imagens da Educação , v. 6, n. 1, p. 24-37, 2016.
A6	SILVA, V. S.; KLÜBER, T. E. Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma investigação imperativa. Revista Eletrônica de Educação , v. 6, n. 2, nov. 2012.
A7	SOUZA, E. G.; LUNA, A. V. A. Modelagem Matemática nos anos iniciais: pesquisas, práticas e formação de professores. REVEMAT , Florianópolis: SC, v. 9, p. 57-73, 2014.
A8	BIEMBENGUT, M. S. Modelagem na Educação Matemática e Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Educação Matemática em Revista , v. 1, ano 12, n. 12, p. 29-41, 2011.
A9	TORTOLA, E.; ALMEIDA, L. M. W. Reflexões a respeito do uso da modelagem matemática em aulas nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos , Brasília, v. 94, n. 237, p. 619-642, maio/ago. 2013.
A10	LUNA, A. V. A. SOUZA, E. G. LIMA, L. B. S. Textos sobre matemática em uma prática pedagógica no ambiente de modelagem nos anos iniciais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2012, Petrópolis. Anais... Petrópolis: Rio de Janeiro, 2012.

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Posteriormente ao trabalho de seleção e estudo dos artigos, realizou-se a análise do material de acordo com os procedimentos do Mapeamento – Mapa de Análise (BIEMBENGUT, 2008).

Para compreender como as concepções de MM apresentam-se nos artigos analisados e as contribuições dessas pesquisas para a área, foram estabelecidas cinco categorias de análise para estudo, definidas previamente: a) referenciais teóricos da pesquisa; b) problemas investigados/interesses de pesquisa; c) metodologias utilizadas; d) principais resultados e contribuições para o avanço do tema na área e e) perspectivas de continuidade do estudo. Os principais pontos emergentes desta análise são descritos a seguir.

Assim, para tecer considerações sobre as produções selecionadas e anteriormente descritas, elaborou-se uma síntese de cada trabalho, buscando traçar algumas confluências existentes entre eles, ou seja, classificá-los de acordo com as categorias citadas acima.

4. Resultados e Discussão

Nesta etapa da pesquisa, congregam-se os resultados obtidos em cada artigo com a produção teórica pertinente a cada categoria.

4.1. O Referencial Teórico das Pesquisas em MM

Atualmente, como já mencionado, existem diferentes concepções de MM no cenário brasileiro:

- Barbosa (2001) concebe modelagem como um ambiente de aprendizagem;
- Almeida e Dias (2004), por sua vez, entendem modelagem como uma alternativa pedagógica, dando destaque para o caráter investigativo e o estabelecimento de uma perspectiva socioepistemológica;
- Borba (1999) vê a modelagem como uma concepção pedagógica na qual grupos de alunos escolhem um tema ou problema para ser investigado e com auxílio do professor desenvolvem tal investigação que muitas vezes envolve aspectos matemáticos relacionados com o tema;
- Malheiros (2008): a modelagem é uma estratégia pedagógica na qual os alunos, partindo de um tema ou problema de interesse deles, utilizam a Matemática para investigá-lo ou resolvê-lo, tendo o professor como orientador durante todo o processo;
- Araújo (2009): modelagem é um ambiente de aprendizagem (BARBOSA, 2001) orientado por um referencial crítico da Educação Matemática;
- Caldeira (2009) concebe a modelagem como uma concepção de Educação Matemática. Compreende-a como advinda de projetos, sem a preocupação de reproduzir os conteúdos colocados no currículo, mas sem perder os conceitos universais da Matemática;
- Biembengut (2014): a modelagem é um método de ensino e de pesquisa que contribui com o ensino e a aprendizagem, pois possibilita ao aluno aprender Matemática ou outra Ciência de modo integrado às outras áreas do conhecimento, em especial, àquela que o aluno apresenta interesse.

Nos artigos analisados, a intenção foi identificar como os estudos de MM são embasados teoricamente. Verificou-se que a MM geralmente é utilizada para fundamentar a parte empírica dos estudos, sendo utilizada outra teoria analítica para explicar aspectos como discussões (discursos), interesse, concepção, planejamento, práticas discursivas e realidade. A concepção de MM utilizada pelos autores leva em consideração toda uma prática investigativa dentro de suas linhas de pesquisa ou grupos de estudos. Elas destacam-se como sendo as principais concepções de MM no universo das pesquisas brasileiras.

4.2. Os Problemas Investigados/Interesses de Pesquisa

Nos artigos analisados, o motivo foi expresso justificando a abordagem realizada. Nelas, as indagações são expressas na forma de perguntas centrais, o que demonstra que toda investigação parte de um problema/questionamento.

A análise das questões norteadoras permitiu inferir o foco dos autores em compreender as ações dos estudantes durante o processo de MM, isso fica evidente nos artigos A1, A4 e A8.

Exemplificando: como os alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental podem analisar de forma crítica o papel dos modelos matemáticos em debates sociais, por meio da MM? (A1); como estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental usam a linguagem para trabalhar com atividades de MM? (A4); como as crianças percebem o meio, como o explicitam e o representam usando conceitos de matemática e ciências? (A8).

Outro foco das pesquisas analisadas vai ao encontro da prática em sala de aula, na busca por alternativas que facilitem e/ou analisem a inserção da MM nos anos iniciais A2, A3, A5, A9 e A10. O artigo A6 busca analisar em que nível de ensino estão focadas as pesquisas brasileiras sobre MM na Educação Matemática, e o que isso revela. Já o artigo A7 propõe ações de formação em modelagem, específicas para professores dos anos iniciais da Educação Básica, e busca delinear temáticas de pesquisas emergentes, a partir de um panorama de pesquisas que tematizam a MM nessa fase da escolaridade.

Contudo, em todas as pesquisas buscam-se analisar as reflexões, impressões e ações de alunos e professores sobre a MM no Ensino, assim como suas diferentes concepções e abordagens.

4.3. Metodologia Utilizada nas Pesquisas em MM

Observou-se em todos os artigos a abordagem qualitativa da pesquisa, denotando que na área da Educação Matemática é frequente a utilização deste tipo de abordagem. Em todos os artigos, o foco foi entender e interpretar fenômenos e discursos.

A opção dos autores pela pesquisa qualitativa permitiu visualizar a presença das características de Bogdan e Biklen (1994) como: a fonte direta dos dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; os investigadores interessam-se mais pelo processo do que pelos resultados ou produto; tendem a analisar seus dados de forma indutiva; o significado é de importância vital na abordagem qualitativa. Os autores salientam que nem todos os estudos considerados qualitativos patenteiam estas características com igual eloquência. “Alguns deles são, inclusivamente, totalmente desprovidos de uma ou mais das características” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47).

Dessa forma, os autores utilizaram em suas pesquisas a abordagem qualitativa, considerando todas, ou algumas, das características definidas pelos autores Bogdan e Biklen (1994).

Em relação aos sujeitos da pesquisa, independente do nível de ensino e local que se localizam, estes foram escolhidos de forma intencional, sempre levando-se em consideração o objeto de estudo. Em alguns estudos, o pesquisador estava em seu próprio ambiente de pesquisa, fazendo do espaço escolar seu espaço empírico.

Em relação aos instrumentos de constituição de dados, percebeu-se que os mesmos são adequados para os estudos qualitativos realizados. A observação de práticas (estruturadas e não

estruturadas) aparece na maioria dos artigos analisados: A1, A3, A4, A5, A8, A9 e A10. Na pesquisa qualitativa, a observação direta e/ou participante é uma eficaz fonte de coleta de dados, pois “permite que o observador chegue mais perto da perspectiva dos sujeitos, na medida em que o observador acompanha as experiências diárias dos participantes e o significado que eles atribuem à realidade que os cerca e às suas próprias ações” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 26).

Dos dez artigos, sete deles adotaram a observação como recurso para a coleta de dados. Bastante utilizada nos estudos qualitativos, a observação permite ao pesquisador a percepção do fenômeno em investigação durante o processo. Confirma, desta forma, uma das características da pesquisa qualitativa de Bogdan e Biklen (1994) ao afirmarem que o processo é mais importante que o resultado.

Instrumentos de coleta de dados como gravações de áudio e/ou vídeos das práticas de modelagem e relatórios e/ou materiais produzidos pelos estudantes também foram utilizados pelos autores na coleta de dados assim como análise de registros escritos produzidos por estudantes foram utilizadas nos artigos A4, A5, A8, A9 e A10.

Destacou-se a utilização de documentos em três dos estudos analisados: busca de leituras sobre o ensino nos anos iniciais (A2), em que a autora procurou associar a MM a um lugar do fazer lúdico; dissertações e teses analisadas (A6), mapeamento em que os autores procuraram analisar as produções *stricto sensu* sobre MM na Educação Matemática, no período de 1987 a 2010; panorama qualitativo e quantitativo das pesquisas presentes na literatura brasileira sobre modelagem nos anos iniciais do período de escolarização (A7).

4.4. Contribuições para a Área das Pesquisas em MM

A análise aponta que a utilização da MM desperta o interesse dos estudantes; possibilita um ensino com maior compreensão e articulação entre as áreas; favorece a prática interdisciplinar e permite experiências envolvendo situações externas ao ambiente escolar; potencializa o desenvolvimento do pensamento matemático e a capacidade de intervir na realidade, na medida em que favorece o desenvolvimento do senso crítico das crianças nos anos iniciais de escolarização.

Em A1, os autores sugerem que as crenças das crianças sobre a matemática podem ser consolidadas sob outro prisma, o de que a disciplina não é uma ciência neutra, conforme transparece frequentemente nos argumentos e debates sociais pautados em matemática. Ao contrário, é influenciada por questões sociais, políticas e econômicas, como também as influencia.

Para A2, a MM possibilita a compreensão mais atenta da realidade da criança. Dessa forma, os autores afirmam que nas reflexões realizadas no âmbito da temática da pesquisa reafirma-se a necessidade de se repensar constantemente a prática docente, atrelada à inserção de metodologias e práticas pedagógicas que contribuam para o desenvolvimento profissional e pessoal do docente que atua neste nível de ensino. De acordo com a autora, o desafio, portanto, parece concentrar-se

na investigação e proposição de práticas pedagógicas diferenciadas, que consigam aproximar a Matemática da realidade dos estudantes.

Em A3, a análise dos dados aponta que a MM é um ambiente de aprendizagem que gera um significado mais amplo sobre a matemática, fazendo com que o estudante perceba que modelos matemáticos fundamentam muitas das decisões a respeito da realidade em diversas atividades sociais. Para a autora de A3, os resultados mostraram a necessidade da incorporação no trabalho desde os anos iniciais do Ensino Fundamental do ambiente de MM (BARBOSA, 2001), por meio da interação dos estudantes com situações reais que mobilizam variados conhecimentos matemáticos.

Em A4, o desenvolvimento de atividades de MM nos anos iniciais do Ensino Fundamental revelou que as ações dos estudantes nestas atividades estão, em grande medida, associadas ao uso que os mesmos fazem da linguagem. Nesse contexto, os autores inferem que os usos da linguagem sustentam e direcionam as ações dos estudantes nas atividades de modelagem, sendo, por um lado, a linguagem tomada como meio de ação nos estudos relativos ao problema e, por outro lado, os modelos matemáticos e as respostas para os problemas associados aos jogos de linguagem¹ que os alunos já podem *jogar*.

Dessa forma, a introdução da MM nos anos iniciais do Ensino Fundamental representa uma oportunidade para estudantes desse nível de escolaridade construir seu conhecimento em matemática mediado por diferentes jogos de linguagem e possibilitando a familiarização com as regras da linguagem matemática, afirmam os autores de A4.

Para A5, as tarefas de MM favorecem o desenvolvimento de ações, pelas crianças, que são consoantes com as orientações didáticas presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais da Matemática (BRASIL, 1997) no que tange aos objetivos propostos para o ensino de Matemática neste nível escolar. Nesse sentido, os autores destacam a relevância de estudos acerca da inclusão de tarefas de MM nos anos iniciais do Ensino Fundamental, visto que um dos objetivos do ensino, em qualquer nível ou área de conhecimento, é levar o estudante a construir sua própria relação com o saber que lhe é ensinado, e a MM pode permear esse processo.

Os resultados do artigo A6 permitiram aos autores afirmar que as pesquisas acerca da MM no âmbito da Educação Matemática expressa suas contribuições para as práticas escolares na área da Matemática, pois a MM é uma tendência que corresponde às novas perspectivas educacionais, que tentam articular conhecimentos científicos e do cotidiano.

Os autores do artigo A7 afirmam que a crescente consolidação do campo de pesquisa em MM na perspectiva da Educação Matemática sinaliza a relevância de sua inserção efetiva no contexto escolar. Discutir, elaborar, propor e reformular propostas de formação e temáticas de

¹ Segundo Wittgenstein e Moore (1975), a ideia de jogos de linguagem rompe com a visão tradicional de que aprender uma língua é dar nomes aos objetos, pois na concepção deste filósofo, a linguagem é sempre ligada a uma forma de vida determinada, contextualizada dentro de uma práxis.

pesquisa em MM para professores dos anos iniciais pode contribuir para a implementação da modelagem nesta e nas demais etapas de ensino da Educação Básica.

Em A8, a autora afirma que as atividades desenvolvidas permitiram às crianças intensificar e alargar seus entendimentos, bem como a perceber a utilidade desses conteúdos desenvolvidos, além de aprender a observar, a interpretar símbolos e significados, a relacionar e integrar os dados do meio externo, resolver e avaliar situações de diversos contextos e interesses. E, por fim, dotadas de senso imaginativo aguçado, puderam atrever-se a criar algo.

No artigo A9, os autores verificam a aplicação da MM no âmbito do programa do Observatório da Educação, e afirmam que os resultados parecem se configurar como uma situação que sinaliza certa estabilidade na aprendizagem dos alunos em relação aos conteúdos abordados mediante atividades de MM.

Em A10, ao analisar na prática pedagógica como são produzidos os textos do discurso matemático escolar no ambiente de MM, os autores identificaram que os princípios que regulam a prática pedagógica, a partir das relações de poder e controle, de um determinado contexto, possibilitam a produção de diferentes *textos para a instrução* do discurso matemático escolar.

Destaca-se também, de uma maneira geral a todas as pesquisas, que a MM permite aos discentes e/ou docentes, construir seus próprios objetos de estudo, pela observação da realidade, de situações empíricas e da busca de um modelo matemático para a sua representação. Nesse processo, utilizam-se símbolos matemáticos que permitem a construção de uma linguagem que possibilita entender, explicar e modificar os fenômenos observados.

Em suma, as pesquisas analisadas apontam que, quando os estudantes desenvolvem atividades utilizando a MM nos anos iniciais do Ensino Fundamental, eles ampliam suas competências matemáticas, tornando-se hábeis na resolução de problemas, além de serem mais propensos a desenvolverem outras atividades pautadas em situações reais, com enfoque interdisciplinar, significando todos os conteúdos do currículo de forma integrada.

4.5. Perspectivas de Continuidade

Um pesquisador indicar perspectiva de continuidade de seus estudos significa que o objeto de estudo não se esgotou em uma investigação apenas, ou que, dela, foram suscitados outros aspectos merecedores de pesquisa. O presente mapeamento evidenciou que, em quatro dos dez estudos analisados isto ocorreu. Em A2, A3, A4, A5, A8 e A9 não houve indicações para continuidade dos estudos.

Os autores de A1 sugerem novos estudos sobre a inserção da MM nos anos iniciais, como: Qual o impacto da Modelagem nas crenças dos alunos dos iniciais? Quais as especificidades do desenvolvimento da Modelagem neste nível de ensino? Face ao exposto, como agirão no futuro essas crianças, cientes a respeito das relações entre a Matemática e a sociedade nas tomadas de decisões pautadas em argumentos matemáticos?

A6 sugere que as investigações ampliem-se para que possam ter resultados de uma abordagem maior na sala de aula, e assim se possa perceber além das contribuições, os impasses e as dificuldades que podem aparecer num contexto em que se usa MM nos anos iniciais.

Os artigos A7 e A10 apontam sugestões de várias temáticas que podem ser desenvolvidas no âmbito dos anos iniciais, inclusive, a fim de identificar o modo de produção dos textos do discurso matemático escolar no ambiente de MM.

Dessa forma, as considerações dos artigos acima mencionados reforçam a tese de que os estudos geralmente não são conclusivos, dando margem a novas investigações ou interpretações de outros pesquisadores em outros cenários.

5. Considerações Finais

Esta pesquisa teve como objetivo verificar como a MM apresenta-se nas pesquisas que discutem esta temática no âmbito dos anos iniciais da Educação Básica. Para tal, sob a ótica do Mapeamento na Pesquisa Educacional (BIEMBENGUT, 2008), foram selecionados e estudados dez artigos publicados em revistas, as quais possuem Qualis A1 e A2.

Percebeu-se que as pesquisas apresentam diferentes concepções de MM e os autores posicionam-se em relação à concepção assumida no estudo, mostrando uma tendência no cenário de pesquisas envolvendo a temática.

Os estudos cujos sujeitos são os estudantes promovem a interação dos mesmos com o processo de modelar e analisam este movimento sob diferentes aspectos: crenças dos estudantes; análise da linguagem; produção discursiva dos estudantes, procedimentos realizados pelos mesmos no decorrer das etapas de modelagem e manifestações de pensamento matemático; as experiências prévias dos estudantes e a influência destas na produção no processo de modelagem.

Quanto aos resultados dos estudos, evidencia-se que: 1) a MM torna os estudantes mais interessados nas aulas de Matemática a partir do que eles entendem, vivenciam e podem compartilhar, seja baseado em seus conhecimentos prévios, seja em suas crenças; 2) a MM indica possibilidade de mudanças na prática pedagógica dos professores dos anos iniciais; 3) dificuldades de implementação da MM na sala de aula; 4) dependendo da concepção de Modelagem Matemática adotada, há interseções entre ela e outras tendências, seja em Educação Matemática ou em outras áreas do conhecimento, o que possibilita a interlocução entre diferentes linhas de pesquisa e pode contribuir não apenas para investigações acerca da MM, mas também, para outras vertentes educacionais, na medida em que o diálogo entre essas tendências proporcione reflexões e contribua para a consolidação da MM enquanto linha de pesquisa; 5) a existência de diferentes formas idealizadas de organizar e conduzir a MM na sala de aula e o papel do professor nesse contexto; 6) as reflexões e considerações sobre o pensamento matemático dos estudantes e os processos cognitivos mobilizados durante o processo de MM.

Através da análise dos artigos selecionados, constatou-se que há poucas pesquisas sobre MM no âmbito dos anos iniciais do Ensino Fundamental, carecendo de mais investigações para que a MM seja disseminada entre os professores desse nível de escolaridade. Em relação às perspectivas de continuidade, destacam-se as necessidades de: compreender a dinâmica interna dos cursos de formação continuada; gerar dados empíricos referentes às produções discursivas de professores e estudantes durante o processo de MM; estudar as inter-relações entre Modelagem e interesse e investir em estudos que possibilitam compreender como é possível incorporar e manter a MM nos sistemas escolares, principalmente no que se refere aos primeiros anos da Educação Básica.

Referências

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 17, n. 22, p. 19-36, 2004.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas Ciências Sociais. In: GEWANDSNAJDER, F. **O método nas Ciências Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998. cap. 4. p. 145-152.

ARAÚJO, J. L. Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009.

BARBOSA, J. C. **Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 2001. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2010.

BIEMBENGUT, M. S. Modelagem & Processo Cognitivo. In: **III Conferência Nacional de Modelagem e Educação Matemática – CNMEM**, 2003, Piracicaba.

_____. **Modelagem matemática & Implicações no Ensino e Aprendizagem de Matemática**. 3. ed. Blumenau: Edifurb, 2007.

_____. **Mapeamento na Pesquisa Educacional**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

_____. **Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BLUM, W. ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education – discussion document. **Educational studies in mathematics**, 51, p.149–171, 2003.

BLUM, W.; GALBRAITH, P. L.; HENN, H. W.; NISS, M. **Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study**. New York: Springer Science & Business Media, 2007.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Lisboa: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do Pensamento. In: BICUDO, M. A. V. (Ed.). **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BURAK, D.; KLÜBER, T. E. Encaminhamentos didático-pedagógicos no contexto de uma atividade de modelagem matemática para a Educação Básica. In: ALMEIDA, Lourdes M. W. ARAÚJO, Jussara L. BISOGNIN, Eleni. **Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática**. Londrina: Eduel, 2011, p.44-64.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 33-54, jul. 2009.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MADRUGA, Z. E. F. **Processos criativos e valorização da cultura: possibilidades de aprender com modelagem**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

MALHEIROS, A. P. S. **Educação Matemática online: a elaboração de projetos de modelagem**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

WITTGENSTEIN, L.; MOORE, G. E. **Investigações filosóficas**. São Paulo: Abril Cultural, 1975.