

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

**A AVALIAÇÃO DO ESTUDANTE EM ATIVIDADES DE MODELAGEM  
MATEMÁTICA: O QUE AS PESQUISAS APONTAM?**

AMANDA RIBEIRO PINTO

SÃO CARLOS/SP

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

**A AVALIAÇÃO DO ESTUDANTE EM ATIVIDADES DE MODELAGEM  
MATEMÁTICA: O QUE AS PESQUISAS APONTAM?**

AMANDA RIBEIRO PINTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação. Linha de pesquisa: Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Ademir Donizeti Caldeira

SÃO CARLOS/SP

2017



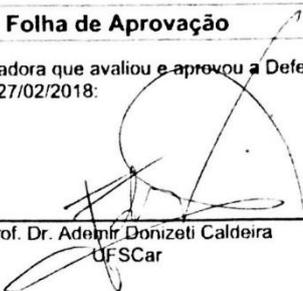


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Educação e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Educação

**Folha de Aprovação**

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Amanda Ribeiro Pinto, realizada em 27/02/2018:



---

Prof. Dr. Ademir Donizeti Caldeira  
UFSCar



---

Prof. Dr. José Antonio Salvador  
UFSCar



---

Prof. Dr. João Ricardo Viola dos Santos  
UFMS



## AGRADECIMENTOS

Gratidão, primeiramente, a Deus pela minha história e por todo seu cuidado e amor de Pai. Honra e glória a Ti para todo sempre!

À minha Mãe celestial, Maria, intitulada Nossa Senhora Aparecida, por toda interseção e proteção de vossas mãos liberais.

Aos meus pais que sempre me apoiaram, compreenderam minhas ausências e me acolheram em seus braços. Obrigada por tudo que fizeram por mim.

Ao meu irmão, pela sua amizade e cumplicidade.

Aos meus familiares pela torcida e orações.

Ao meu noivo Thales, por todo apoio, companheirismo e incentivo durante essa fase. Obrigada por compreender minhas faltas. Sem sua presença, essa conquista não teria o mesmo sentido. Obrigada por tudo! Te amo.

Aos meus sogros e pais de coração, Márcia e Carlinhos, por todo carinho e cuidado.

Aos meus amigos, de longe e de perto, que sempre me acompanham e torcem por mim, em especial a Iara, por todos os nossos anos de amizade.

Aos meus amigos do mestrado, em especial a Simone, pela sua amizade de longa data, companhia e cumplicidade nesses últimos dois anos.

Ao meu orientador, Ademir Donizeti Caldeira, pelas suas orientações e ponderações que não contribuíram apenas para realização desse trabalho, mas também para minha formação acadêmica e profissional.

Aos professores e membros da banca João Ricardo Viola e José Salvador, pela participação e contribuições nos exames de qualificação e defesa.

Aos professores que passaram por minha vida e de alguma forma deixaram suas marcas em minha trajetória.

A Capes, pelo apoio financeiro.

Enfim, a todos que participaram, direta ou indiretamente, desta conquista!

## RESUMO

O uso da Modelagem nas aulas de Matemática vem sendo defendido há décadas pela comunidade de pesquisadores em Modelagem na Educação Matemática. Vários estudiosos e professores tem se dedicado a investigação dos desafios, possibilidades e contribuições que envolvem essa prática. Porém, são poucas as propostas e discussões acerca da realização da avaliação do estudante nesse contexto. Partindo do pressuposto de que há uma produção brasileira de pesquisas voltadas para investigar a prática de Modelagem a partir da realização de atividades em sala de aula, sobretudo na Educação Básica, a presente pesquisa se propõe a responder a seguinte questão: o que as pesquisas brasileiras apontam sobre a avaliação do estudante em atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica? Para respondê-la, pretendemos identificar e analisar em dissertações e teses que desenvolveram atividades de Modelagem Matemática na Educação Básica as expressões sobre a avaliação do estudante nesse contexto. Tendo em vista a questão e o objetivo a ser atingido, assumimos uma abordagem qualitativa para esta pesquisa, que também se caracteriza como um estudo documental. Foram selecionados 73 trabalhos que atendiam o nosso objetivo, defendidos no período de 2006 a 2016. Para organização, construção dos dados e definição das categorias foram utilizados os procedimentos da Análise de Conteúdo. As quatro categorias que emergiram desse processo foram: 1) Critérios de avaliação e Modelagem Matemática; 2) Instrumentos para avaliação e Modelagem Matemática; 3) Práticas avaliativas e Modelagem Matemática e 4) Consequências das práticas avaliativas sob as atividades de Modelagem Matemática. A análise aponta que apesar das práticas avaliativas identificadas nas dissertações e teses terem buscado concordância com as propostas de algumas perspectivas de Modelagem em Educação Matemática, considerando elementos que a constituem, percebe-se que estas encontram-se norteadas por práticas avaliativas tradicionais presentes no âmbito escolar.

**Palavras-chave:** Avaliação; Modelagem; Educação Matemática; Educação Básica.

## **ABSTRACT**

The use of Modeling in Mathematics classes has been advocated for decades by the community of researchers in Modeling in Mathematics Education. Several scholars and teachers have been dedicated to researching the challenges, possibilities and contributions that involve this practice. However, there are few proposals and discussions about student evaluation in this context. Based on the assumption that there is a Brazilian production of research aimed at investigating the practice of Modeling based on classroom activities, especially in Basic Education, the present research proposes to answer the following question: what Brazilian researches indicate the student's assessment of Mathematical Modeling activities developed in Basic Education? To answer this question, we intend to identify and analyze in the dissertations and theses that developed Mathematical Modeling activities in Basic Education the expressions about the student's assessment in this context. Considering the question and the objective to be achieved, we take a qualitative approach to this research, which is also characterized as a documentary study. We selected 73 papers that met our objective, which were defended from 2006 to 2016. For the organization, data construction and definition of categories, the Content Analysis procedures were used. The four categories that emerged from this process were: 1) Criteria for assessment and Mathematical Modeling; 2) Tools for assessment and Mathematical Modeling; 3) Evaluative Practices and Mathematical Modeling and 4) Consequences of the evaluative practices under the activities of Mathematical Modeling. The analysis points out that although the evaluative practices identified in the dissertations and theses have sought agreement with the proposals of some modeling models in Mathematics Education, considering the elements that constitute it, it is perceived that these are guided by traditional evaluative practices present in the scope school.

**Keywords:** Evaluation; Modeling; Mathematical Education; Basic education.

*“Ai daqueles que pararem com sua capacidade de sonhar, de invejar sua coragem de anunciar e denunciar. Ai daqueles que, em lugar de visitar de vez em quando o amanhã pelo profundo engajamento com o hoje, com o aqui e o agora, se atrelarem a um passado de exploração e de rotina”.*

*Paulo Freire*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema simplificado de Modelagem Matemática apresentado por Bassanezi (2006) .....	31
Figura 2 -	Esquema das etapas da Modelagem apresentado por Bassanezi (2006)	32
Figura 3 -	Esquema do processo da Modelagem Matemática dado por Biembengut e Hein (2011) .....	33
Figura 4 -	Dinâmica da Modelagem Matemática apresentada por Biembengut e Hein (2011) .....	34
Figura 5 -	Esquema sobre a ideia de Modelagem Matemática apresentado por Burak (1987) .....	36
Figura 6 -	Descrição da atividade de Modelagem Matemática por Almeida, Silva e Vertuan (2012) .....	39
Figura 7 -	Esquema que relaciona os desafios, possibilidades e contribuições da Modelagem Matemática na Educação Básica .....	46
Figura 8 -	Instrumentos utilizados para avaliação em um das dissertações analisadas .....	91
Figura 9 -	Questionário utilizado para avaliação em um das dissertações analisadas .....	92
Figura 10-	Questões utilizadas para autoavaliação dos estudantes .....	94
Figura 11-	Pré-teste e pós-teste realizados para avaliar os estudantes nas atividades de Modelagem .....	96
Figura 12-	Recorte de uma prova elaborada para avaliar os estudantes em uma das dissertações. O tema das atividades de Modelagem foi “Embalagens”...	97

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ambientes de Aprendizagem .....	42
Quadro 2 - Tarefas dos alunos e professores nos “casos” de Modelagem sugeridos por Barbosa (2001) .....	43
Quadro 3 - Capacidades mobilizadas pela Matemática elencadas por Giménez (1997, p. 67) .....	66
Quadro 4 - Levantamento dos programas de pós-graduação realizados a partir da Plataforma Sucupira .....	75
Quadro 5 - Fichamento de um dos trabalhos selecionados para pesquisa .....	75
Quadro 6 - Unidades de Registro - Temas identificados nas dissertações e teses .....	79
Quadro 7 - Eixos temáticos .....	82
Quadro 8 - Categorias de Análise .....	84

## LISTAS DE SIGLAS

ANA	Avaliação Nacional de Alfabetização
ANRESC	Avaliação Nacional do Rendimento Escolar
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNMEM	Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática
COMUT	Comutação Bibliográfica
CREMM	Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EPMEM	Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática
FAFIG	Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Guarapuava
FE	Faculdade de Educação
ICMI	International Commission Mathematics Instruction
ICTMA	International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications
ICTMA	International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications
IMECC	Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
OCDE	Organização para Cooperação Desenvolvimento Econômico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PDE	Programa de Desenvolvimento Educacional
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos.
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica – Rio de Janeiro
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SISU	Sistema de Seleção Unificada
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – Rio Claro
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNICENTRO	Universidade Estadual do Centro-Oeste

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1. MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	22
1.1. Uma breve retrospectiva histórica da Modelagem na Educação Matemática no âmbito internacional e nacional .....	22
1.2. Caminhos da Modelagem Matemática na Educação Básica.....	25
1.3. Modelagem na Educação Matemática e algumas de suas perspectivas.....	30
1.4. Modelagem Matemática na Educação Básica: desafios, possibilidades e contribuições .....	45
2. AVALIAÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	51
2.1. Avaliação da aprendizagem escolar.....	51
2.2. Avaliação em Matemática.....	65
2.3. Avaliação em Modelagem Matemática .....	70
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	73
4. ANÁLISE.....	85
4.1 Critérios de avaliação e Modelagem Matemática .....	85
4.2 Instrumentos para avaliação e Modelagem Matemática.....	90
4.3 Práticas avaliativas e Modelagem Matemática .....	98
4.4 Consequências das práticas de avaliação e Modelagem Matemática .....	103
5. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES “NÃO FINAIS” .....	107
REFERÊNCIAS .....	110
APÊNDICES .....	120
Apêndice A .....	120
Apêndice B .....	121

## INTRODUÇÃO

A presente pesquisa é resultado de estudos e inquietações que estiveram presentes durante minha formação e em algumas experiências como professora de Matemática. Logo, serão compartilhados<sup>1</sup> alguns episódios da minha trajetória acadêmica e docente com o objetivo de mostrar o delineamento desta pesquisa. Além de apresentar as razões e os interesses que levaram a direcionar a atenção para o tema, também serão pontuados alguns pressupostos teóricos que embasam o estudo.

Minha formação acadêmica iniciou-se em 2011, quando ingressei no curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais. Logo no primeiro semestre, tive a oportunidade de participar como ouvinte de um evento da instituição que integrava toda a comunidade acadêmica a partir da realização de palestras, mesas redondas e minicursos. Foi nesse evento, durante uma palestra ministrada pela professora e pesquisadora Maria Sallet Biembengut, que conheci a Modelagem Matemática na Educação Matemática. Nesta palestra, Biembengut fez uma abordagem teórica da Modelagem Matemática, compartilhando suas experiências pedagógicas vivenciadas a partir dela. A partir deste momento, comecei a me interessar pela Modelagem<sup>2</sup> o que culminou nesta dissertação de mestrado.

A Modelagem Matemática configura-se como uma tendência de prática e pesquisa em Educação Matemática, caracterizada pela possibilidade de desenvolver relações entre Matemática e situações-problemas da cotidianidade (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012; BARBOSA, 2001; BASSANEZI, 2006; BIEMBENGUT; HEIN, 2011; BURAK, 2010; MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011). Nesse sentido, “professores e pesquisadores têm se dedicado a sua investigação principalmente na Educação Básica, produzindo relatos de experiências, artigos, dissertações e teses” (PINTO, 2016, p.2).

O discurso de Biembengut recordou-me de alguns momentos vividos enquanto estudante da Educação Básica, em que meus colegas questionavam o professor o “porquê” e o “para quê” aprender determinados conteúdos matemáticos, alegando que não os utilizariam em nenhum momento de suas vidas. Também colocou-me a refletir sobre a formação de matemática que tive na Educação Básica, sobre as características do ensino tradicional, do tipo

---

<sup>1</sup> O relato das experiências pessoais da pesquisadora que antecederam o desenvolvimento desta pesquisa será feito em primeira pessoa.

<sup>2</sup> A utilização de Modelagem refere-se à Modelagem Matemática para evitar possíveis repetições.

expositivo e reprodutivo, as quais se revelaram nos primeiros semestres da graduação diante de disciplinas específicas da Matemática.

O interesse no ensino de Matemática a partir de situações-problemas da cotidianidade e suas contribuições para os estudantes levaram-me a estudar essa tendência. Assim, no final de 2012 iniciei os estudos em Modelagem dentro de um projeto de iniciação científica voluntária intitulado “Modelagem Matemática na Educação: um estudo dos impactos do lixo na sociedade”. Nesse projeto foi realizado um estudo dos referenciais teóricos da Modelagem em Educação Matemática e do tema “lixo e reciclagem”, estabelecendo possíveis interações entre eles.

No primeiro semestre de 2015, como fruto da iniciação científica, desenvolvi o trabalho de conclusão de curso denominado “Modelagem na Educação Matemática: investigando e refletindo a respeito do reaproveitamento de resíduos sólidos”. Esse trabalho permitiu a realização da primeira experiência prática com a Modelagem, a partir de um projeto extraclasse realizado com seis estudantes de uma escola estadual da rede pública do município de Lavras, MG. Por participar e realizar esse projeto no contexto do PIBID<sup>3</sup>, tive o apoio dos integrantes do meu grupo de trabalho e da professora supervisora da escola, que também era professora dos estudantes que participaram do projeto.

Apesar do apoio, preparação e estudo da perspectiva de Modelagem e de outros referenciais teóricos adotados, surgiram incertezas sobre a prática e os seus encaminhamentos, além da insegurança em relação a imprevisibilidade das atividades. No entanto, o trabalho desenvolvido, o envolvimento e a mudança de postura dos estudantes no decorrer do projeto e o vínculo criado com eles permitiram constatar que a Modelagem, desenvolvida sob a forma de projetos (MALHEIROS, 2007) e aliada a princípios da Educação Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 2001) e Educação Ambiental Crítica (DIAS; BONFIM, 2011; GUIMARÃES, 2004) trouxe contribuições para formação dos estudantes e para minha, como pesquisadora e professora.

Um dos objetivos apresentados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para todas as áreas de ensino é o de “questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade

---

<sup>3</sup> O PIBID é um Programa instituído pela Portaria Normativa nº 38, de 12 de dezembro de 2007, editada pelo Ministério da Educação (MEC) com o propósito de favorecer a iniciação à docência de estudantes do ensino superior, proporcionando uma melhor formação docente nos cursos presenciais de licenciatura plena e contribuindo para a elevação do padrão de qualidade da educação básica nacional. As ações do Programa são implementadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) com o apoio do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação” (BRASIL, 1998, p. 8). No que se refere a Matemática, um dos objetivos específicos destacado por essas diretrizes é que o estudante possa perceber o conhecimento matemático como meio de compreensão e transformação do mundo à sua volta e ainda estabelecer conexões entre os conteúdos matemáticos e temas de outras áreas do conhecimento.

Nesse sentido, a Modelagem pode contribuir para que essas propostas sejam efetivadas no processo de ensino e aprendizagem de Matemática, devido as suas características e os seus encaminhamentos quando realizada na sala de aula.

Barbosa (2004, p. 74) apresenta cinco argumentos para inclusão da Modelagem no currículo, a saber: “motivação, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar a matemática em diferentes áreas, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sociocultural da matemática”. A completar, Burak (2005) defende que as atividades podem despertar o interesse e a interação entre os estudantes.

No segundo semestre de 2016, após obter o título de licenciada em Matemática, atuei como professora substituta na Educação Básica e no Ensino Superior. Contextos distintos, porém com similaridades. Uma delas foi o desafio de cumprir os conteúdos programados em um curto período de tempo e com uma carga-horária exaustiva que afetava o estudo e a busca por materiais para preparação das aulas, além de enfrentar problemas relacionados a superlotação de salas de aula e a indisciplina de alguns estudantes.

Em uma das aulas, uma estudante de graduação questionou-me sobre a utilidade de um método para se resolver um sistema de equações. Esse seria um ponto de partida interessante para introduzir a Modelagem nas aulas, mas diante dos obstáculos mencionados acima e da minha insegurança em desenvolver a Modelagem no Ensino Superior, tanto em relação aos conteúdos matemáticos quanto por não ter experiência suficiente na prática docente, deixei essa oportunidade passar.

Diversos autores (MAGNUS, 2012; SILVEIRA; CALDEIRA, 2012; SOARES et al., 2016) têm apontado obstáculos e dificuldades para implementação da Modelagem nas aulas de Matemática, sobretudo na Educação Básica: a insegurança e a falta de conhecimento dos professores, a resistência dos estudantes, a preocupação em cumprir os conteúdos do programa, a falta de tempo, o número de grande de estudantes por turma, a estrutura da escola, a formação inicial/continuada fragilizada do professor e as cobranças dos pais, dos estudantes e diretores das escolas na preparação para os vestibulares.

Outro aspecto definidor é que ao utilizar a Modelagem seria necessário repensar a avaliação dos estudantes nesse ambiente. Logo, naquele momento foi mais cômodo para mim

adotar o ensino tradicional e a avaliação escrita em um caráter somatório como o único instrumento de coleta de dados para avaliação. Figueiredo (2013) ressalta que os professores ficam inseguros de utilizar a de Modelagem na sala de aula pela carência de um instrumento avaliativo de aprendizagem dos estudantes que seja coerente com as características das atividades de Modelagem.

No final de 2016, ao participar como ouvinte do VII Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática (EPMEM)<sup>4</sup>, pude perceber que a avaliação do estudante na Modelagem carecia de discussões e investigações, principalmente no campo da Educação Básica. Se há uma carência de pesquisas, propostas ou direcionamentos para realização da avaliação do estudante nesse tipo de atividade, então como ela tem sido feita? Logo, me senti motivada em investigar esse tema.

A avaliação no âmbito escolar se apresenta como uma prática realizada pelo professor para se obter informações a respeito dos progressos e dificuldades dos estudantes e também para direcionar o processo de ensino e aprendizagem de maneira a intervir em seu planejamento e ações.

No entanto, mais do que ter informações sobre o desenvolvimento do estudante e da prática docente, a avaliação deve estar, ou ao menos deveria “a serviço de uma aprendizagem que favoreça o desenvolvimento da autonomia intelectual, processo construído na conflitualidade de ideias e argumentos que devem circular livremente entre professor-aluno<sup>5</sup>/alunos-alunos” (SORDI, 2001, p. 172).

De acordo com Luckesi (2011) o que se observa é uma redução da prática avaliação à realização de provas e testes com a finalidade de verificar quantitativamente o desempenho do estudante em um determinado conteúdo. Além de classificar o estudo através de notas e conceitos, tal prática também é seletiva por incluir somente aqueles que conseguiram atingir os objetivos estabelecidos pelo professor. Todavia, faz-se importante considerar e refletir a respeito das causas e os contextos em que as práticas classificativas e seletivas de avaliação se encontram.

Com o tema de pesquisa definido, avaliação em Modelagem Matemática, foi realizado um levantamento bibliográfico para ter conhecimento do que se tem feito e discutido sobre a avaliação do estudante em Modelagem. Primeiramente, buscou-se dissertações e teses

---

<sup>4</sup> O EPMEM é um evento bianual que tem por objeto discutir, analisar e criticar práticas e pesquisas de modelagem, desenvolvidas no âmbito da Educação Matemática no Estado do Paraná.

<sup>5</sup> Em nossa escrita, não utilizamos o termo “aluno” para designar os estudantes. Porém, nas transcrições de textos de outros autores, esse termo permanece na forma como foi grafado.

que fossem pertinentes a temática escolhida. Foi encontrada apenas a dissertação de Figueiredo (2013) que versava sobre o tema.

O estudo de Figueiredo (2013) teve por objetivo apresentar uma proposta para avaliação da aprendizagem significativa dos estudantes em atividades de Modelagem. A pesquisadora parte do pressuposto que a avaliação é um aspecto que dificulta a inserção da Modelagem nas aulas de Matemática, visto que há uma imposição escolar para que se apresente um quadro avaliativo do desempenho dos estudantes, o que implica em uma insegurança por parte do professor em adotar essa tendência. Além disso, ao consultar a literatura, Figueiredo (2013) constatou a existência de poucos trabalhos que tratam sobre a avaliação da aprendizagem e a avaliação da atividade de Modelagem.

A partir de um artigo no qual Borba, Meneghetti e Hermini (1999) apresentam cinco critérios que indicaram o “insucesso” das atividades de Modelagem realizadas por eles com estudantes do curso de Ciências Biológicas, Figueiredo (2013) construiu três parâmetros norteadores para avaliação da aprendizagem significativa do estudante em atividades de Modelagem na Educação Básica baseando-se em alguns desses critérios. De modo a ilustrar a utilização dos parâmetros de avaliação construídos na prática, foram desenvolvidas duas atividades de Modelagem Matemática com uma turma de estudantes do 3º ano do Ensino Médio.

Como conclusões, Figueiredo (2013) destaca que o modo como os parâmetros serão utilizados para a avaliação da aprendizagem significativa em uma atividade de Modelagem dependerá dos objetivos e encaminhamentos da atividade estabelecidos pelo professor em relação a aprendizagem. Além disso, o fato dos parâmetros resultarem de critérios que avaliaram o sucesso de uma atividade de Modelagem supõe que o planejamento das atividades conforme os parâmetros poderá proporcionar êxito no envolvimento e desenvolvimento por parte dos estudantes e do professor.

Para completar o levantamento bibliográfico, foi realizada uma busca de aspectos do tema desta pesquisa em artigos. Além do estudo realizado por Borba, Meneghetti e Hermini (1999), identificamos os trabalhos de Veleda e Burak (2016), Dalto e Silva (2016) e Oliveira e Kato (2017).

O artigo de Borba, Meneghetti e Hermini (1999) discute o emprego de práticas pedagógicas baseadas no uso da Modelagem e de calculadoras. Eles apresentam o trabalho desenvolvido por um grupo de estudantes do curso de Ciências Biológicas que não foi bem sucedido, segundo suas opiniões. Para fazer essa constatação, os autores partiram de atitudes

do professor e dos estudantes durante as atividades construindo cinco pontos considerados como uma primeira tentativa de criação de critérios de avaliação em Modelagem.

Nestes critérios estão presentes fatores como: o grupo de estudantes não relacionar o conteúdo matemático estudado fora do curso com o problema escolhido para ser investigado; o grupo de estudantes não conseguir realizar ligações entre os conceitos matemáticos desenvolvidos durante o projeto e o tema estudado; o grupo de estudantes não conseguir desenvolver conceitos matemáticos ou de outras áreas do conhecimento que estejam relacionados com o tema de estudo; o professor não conseguir perceber a tempo que o trabalho do grupo está deficiente; o professor não ser capaz de propor caminhos para um trabalho que se revelou deficiente.

Diante disso, Borba, Meneghetti e Hermini (1999) destacam que os critérios definidos por eles estão longe de enfatizar o que o estudante sabe ou não sabe. O exemplo de uma atividade que não deu certo pode ser visto como um fracasso parcial dos alunos mas também do professor (primeiro autor), e apresentar e discutir esse episódio pode ser uma forma de buscar superação de casos semelhantes como estes para que se possa ter mais exemplos “positivos”. A insatisfação com a atividade não é justificada pelo fato de os estudantes deixarem de desenvolver a matemática relacionada com o curso ou não, e sim, o motivo porque não o fizeram.

Veleda e Burak (2016) realizaram uma análise bibliográfica e documental com o objetivo de revisitar nas literaturas nacionais e internacionais as propostas disponíveis de avaliação em Modelagem Matemática na sala de aula. Em âmbito nacional, encontraram apenas a proposta de Figueiredo (2013). No que se refere às pesquisas internacionais, identificaram quatro produções: Hall (1984), Henning e Keune (2007), Jesen (2007) e Leong (2012).

As ponderações de Veleda e Burak (2016) diante das pesquisas indicam que as propostas internacionais de Hall (1984), Henning e Keune (2007) e Jensen (2007) mostram uma perspectiva realística de Modelagem em que o objetivo da avaliação é avaliar o trabalho dos estudantes diante das etapas de Modelagem, como a determinação e variáveis, validação do modelo, técnicas para manipular expressões matemáticas, entre outras. A única proposta em que o estudante participa do processo avaliativo é a de Leong (2012), que mesmo sendo de forma fragilizada, propõe a auto avaliação para as atividades de Modelagem.

Em relação à pesquisa de Figueiredo (2013), Veleda e Burak (2016) pontuam que a proposta de avaliação está centrada nos aspectos matemáticos, revelando uma compreensão de Modelagem de acordo com a perspectiva educacional adotada. Ainda concluem que a revisão realizada pode suavizar os obstáculos referentes à avaliação dos

estudantes frente a Modelagem, destacando a importância e a relevância de pesquisas com foco nesse tema.

O artigo de Dalto e Silva (2016) apresenta uma proposta de avaliação que emergiu de atividades de Modelagem desenvolvidas em aulas de Cálculo de um curso de Tecnologia de Alimentos. Durante a prática, os autores interrogaram “como avaliar atividades de modelagem matemática desenvolvidas por alunos na sala de aula?”, tornando esse questionamento um problema de pesquisa.

A partir disso, com a preocupação em avaliar não apenas o resultado dos estudantes, mas o que foi desenvolvido por eles durante as atividades, Dalto e Silva (2016) com base nas fases de Modelagem de Almeida, Silva e Vertuan (2012) adaptaram uma escala a partir da Escala Holística Focada de Charles, Lester e O’Daffer apud PONTE et al. (1997). A partir dessa escala foram distribuídos pontos para as fases de interação, matematização e validação e interpretação das atividades.

Os autores concluem que a escala de avaliação criada contemplou a realização de uma avaliação quantitativa e qualitativa em que foi possível verificar a aprendizagem dos estudantes. A avaliação esteve de acordo com a abordagem dada as atividades de Modelagem, porém Dalto e Silva (2016) ressalta que a ideia inicial da escala necessita ser desenvolvida de forma a abranger detalhadamente ações e procedimentos em cada uma das fases de Modelagem.

Por fim, Oliveira e Kato (2017) analisaram os registros produzidos por nove professores da rede pública do Paraná em formação continuada participantes do Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), para investigar o que dizem esses professores sobre a avaliação dos estudantes em atividades de Modelagem Matemática. Os registros dos professores foram feitos a partir da avaliação e discussão realizada por eles sobre atividades de Modelagem desenvolvidas por estudantes da Educação Básica.

Como resultados, os professores apontaram a fragilidade da própria formação que não fornece segurança para o trabalho com a Modelagem e, conseqüentemente, ao ato de avaliar nesse contexto. Além disso, destacaram algumas dificuldades como considerar o que é certo e o que é errado em uma atividade e a prioridade em realizar uma avaliação mais qualitativa do que quantitativa, que extrapola a mensuração em uma nota.

O levantamento bibliográfico permitiu confirmar a existência de poucos estudos que investigam e/ou discutem a avaliação em Modelagem Matemática. A maior parte das produções encontradas são recentes, o que indica que esse tema tem despertado interesse para novas investigações. Além disso, os trabalhos indicaram algumas dificuldades e possibilidades e propostas para prática avaliativa em Modelagem.

Diante do que a literatura nos apresentava e do interesse como pesquisadora, permitimo-nos em levantar os seguintes questionamentos: Tem se dado importância à avaliação dos estudantes, quando o professor faz uso da Modelagem Matemática em suas atividades docentes? Que tipo de avaliação tem sido feita? Quais os instrumentos tem sido utilizados para se avaliar em Modelagem? Que critérios? Quais os obstáculos?

Os questionamentos nos deram suporte para formulamos a questão desta pesquisa: **O que as pesquisas brasileiras apontam sobre a avaliação do estudante em atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica?**

Para responder essa questão, definimos como objetivo identificar e analisar em dissertações e teses que desenvolveram atividades de Modelagem Matemática na Educação Básica, as expressões sobre a avaliação do estudante nesse contexto.

Ao delimitarmos as pesquisas brasileiras como o *corpus* de nossa pesquisa, iríamos nos deparar com uma grande quantidade de produções, dificultando nossa investigação. Portanto, optamos por direcionar o nosso problema para as dissertações e teses, por se constituírem como relatórios que apresentam com mais detalhes os encaminhamentos da pesquisa e das atividades de Modelagem realizadas. Assim, nosso estudo além de ter um caráter qualitativo, se caracteriza como um estudo documental, em que a fonte de dados encontram-se nesses trabalhos.

O termo “expressões” são as demonstrações de pensamentos e sentimentos, através das palavras e ações, dos sujeitos (professor/pesquisador e estudantes) das pesquisas relatadas nas dissertações e teses e que fazem referência à avaliação do estudante nas atividades de Modelagem.

Considerando que o nosso objeto de estudo será a avaliação do estudante em atividades de Modelagem, não será assumida nenhuma concepção/perspectiva de Modelagem Matemática e também não nos preocuparemos em fazer uma análise ou discussão voltada para as pesquisas e/ou atividades a fim de dizer se as mesmas se caracterizam ou não como sendo de Modelagem.

O relatório desta pesquisa encontra-se estruturado em quatro capítulos:

No primeiro capítulo, com o objetivo de compreender como é caracterizada uma atividade de Modelagem, nos debruçaremos em algumas perspectivas de Modelagem na Educação Matemática, apresentando e discutindo os posicionamentos e propostas de alguns estudiosos e também as contribuições, desafios e possibilidades quando o professor faz uso dessa tendência na sala de aula.

O segundo capítulo, realizamos uma abordagem do tema avaliação no contexto educacional com o objetivo de compreender sobre essa prática no âmbito escolar e o seus desdobramentos na Educação Matemática e na Modelagem Matemática. São apresentadas e discutidas algumas vertentes e concepções presentes na literatura que envolvem essa prática.

No terceiro capítulo, nos dedicamos a relatar os percursos metodológicos da pesquisa, em que situamos a pesquisa e descrevemos os procedimentos adotados para a busca e seleção das dissertações e teses e para construção, organização e análise dos dados.

O quarto capítulo, objetivamos discutir e analisar os dados a partir das categorias de análise que emergiram do processo.

Por fim, apresentamos algumas considerações finais.

## 1 MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Tendo em vista o objetivo de nossa pesquisa, no qual lançaremos um olhar para as atividades de Modelagem realizadas na Educação Básica relatadas em dissertações e teses, nos propusemos neste capítulo a apresentar e discutir alguns elementos que envolvem a Modelagem na Educação Matemática, sobretudo na Educação Básica. Para isso, recorreremos a uma retrospectiva histórica para conhecer as causas e os precursores do movimento da Modelagem no cenário internacional e nacional e o seu surgimento e consolidação na Educação Básica. Abordamos também algumas das perspectivas de Modelagem defendidas por estudiosos do campo e os desafios, possibilidades e contribuições ao se fazer uso dessa prática na Educação Básica.

### 1.1. Uma breve retrospectiva histórica da Modelagem na Educação Matemática no âmbito internacional e nacional

Embora a Modelagem Matemática tenha seus primeiros vestígios de aplicações no cotidiano dos povos antigos como os gregos, romanos e hindus, é durante o período do Renascimento que surgiram os primeiros conceitos e procedimentos que a caracterizam, decorrentes principalmente da linguagem e tratamentos matemáticos que foram incorporados à Física e do desenvolvimento da Matemática Aplicada no século XX. (BIEMBENGUT; HEIN, 2011).

Enquanto a Matemática que convencionou-se chamar de “pura” preocupa-se em tratar “de entes ideais, abstratos ou interpretados, existentes apenas na mente humana” (BASSANEZI, 2006, p. 17), a Matemática Aplicada, por sua vez, tem um caráter interdisciplinar, tendo como principal atividade a apropriação dos conceitos e estruturas matemáticas para compreensão dos fenômenos de outras áreas do conhecimento.

De acordo com Barbosa (2001), o matemático aplicado trabalha a partir da delimitação de uma situação-problema de outras áreas externas à Matemática, destacando os conceitos e variáveis que a envolvem. Após selecionar fatores importantes que possibilitem uma simplificação, as variáveis são relacionadas com conceitos matemáticos. Logo, “a representação matemática de alguns aspectos da situação real é denominada modelo matemático e o seu processo de construção é a Modelagem Matemática” (BARBOSA, 2001, p. 13-14).

A inserção das aplicações e da Modelagem no ensino, segundo Barbosa (2001), surgiu a partir das discussões de matemáticos puros e aplicados sobre as maneiras de ensinar a

Matemática. Essas discussões foram influenciadas pelo movimento “utilitarista”, ocorrido em meados do século XX, que justificava o ensino de conteúdos matemáticos pela sua utilidade prática na ciência e na sociedade (NISS<sup>6</sup>, 1987 apud BARBOSA,2001).

As influências desse movimento repercutiram de forma diferente nos currículos, pois a incorporação das aplicações no ensino foram desenvolvidas de forma a reforçar somente aspectos matemáticos e técnicos. Com o Movimento da Matemática Moderna, por volta de 1950, as aplicações foram mantidas em segundo plano para dar espaço ao domínio das estruturas matemáticas (BARBOSA, 2001).

As consequências geradas por essa nova configuração do ensino levou alunos, professores e educadores a defenderem o uso das aplicações e da Modelagem, que ganharam destaque principalmente nas questões relacionadas ao desenvolvimento científico e tecnológico e suas demandas. Essa nova discussão possibilitou a realização de vários eventos, como o *Lausanne Symposium*, em 1968 na Suíça, cuja a temática abordava *como ensinar matemática de modo que seja útil* (grifo do autor) trabalhando “com situações do cotidiano do estudante e não aplicações ‘padronizadas’, mas que favorecesse a habilidade para matematizar e modelar a habilidade” (BIEMBENGUT, 2009, p. 8).

A formação de uma comunidade internacional com o objetivo de investigar as aplicações e a Modelagem no ensino de Matemática desencadeou, em 1983, na realização do primeiro *International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications* (ICTMA), um evento que consolidou-se e que ocorre com periodicidade de dois anos discutindo pesquisas, experiências de sala de aula e reflexões a respeito do tema. (BARBOSA, 2001).

Esses movimentos internacionais pela Modelagem influenciaram o Brasil no mesmo período, levando ao desenvolvimento de trabalhos por professores brasileiros representantes na comunidade internacional de Educação Matemática.

Nos anos de 1970, além dos trabalhos que eram desenvolvidos com pós-graduandos e em disciplinas da área de Matemática Aplicada, também se identifica o desenvolvimento de uma estratégia de ensino com a utilização de modelos matemáticos. O Prof. Aristides Camargo Barreto da PUC-RJ (Pontifícia Universidade Católica) foi o primeiro a realizar experiências com a Modelagem na sala de aula. (FIORENTINI, 1994).

---

<sup>6</sup> NISS, M. Applications and modelling in the mathematics curriculum – state and trends. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, London, v. 18, n. 4, p. 487-505, jul.-aug. 1987.

De acordo com o Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino (CREMM)<sup>7</sup>, uma das primeiras experiências pedagógicas de Barreto foi realizada em 1976 com 212 estudantes de um curso de Engenharia na qual elaborou com eles vários modelos nas áreas de Linguística, Ecologia e Biologia. O pesquisador também orientou as duas primeiras dissertações sobre a utilização e construção de modelos para o ensino de matemática (SILVEIRA, 2007).

De acordo com a literatura brasileira (BARBOSA, 2001; BIEMBENGUT, 2009; FIORENTINI, 1994; SILVEIRA, 2007), é no início da década de 1980 que a proposta da Modelagem na Educação Matemática no Brasil começou a se consolidar com a liderança do Prof. Rodney Carlos Bassanezi, incentivado pela visão teórico-pedagógica de Ubiratan D'Ambrósio e pelas experiências práticas do IMECC-UNICAMP (Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica – Universidade Estadual de Campinas).

Bassanezi tinha conhecimento da modelagem no contexto da Matemática Aplicada e, influenciado pelas ideias de Barreto e D'Ambrósio, introduziu a Modelagem como proposta de ensino durante a realização de um curso de aperfeiçoamento para um grupo de 30 professores do Ensino Superior de instituições da região Sul do Brasil. A experiência vivenciada com esse grupo durante o curso envolvendo Cálculo Diferencial Integral e problemas relacionados a área de Biologia foi o ponto de origem da área de investigação que ficou conhecida como Biomatemática (BIEMBENGUT, 2009).

As propostas de Barreto e Bassanezi motivaram e levaram adeptos a desenvolvê-las nos mais diversos níveis da Educação: Básica, Superior, Formação Continuada e Pós-Graduação. Essas primeiras experiências indicaram possibilidades, avanços, dificuldades e resultaram em pesquisas, que uma vez divulgadas, permitiram que outros realizassem novas práticas, novas pesquisas e novas concepções, tornando-o uma tendência na Educação Matemática. Nesse sentido, Burak (2010, p. 36) diz que

A modelagem matemática continua a angariar adeptos pelas suas possibilidades metodológicas, pela visão ampla que proporciona em relação a um assunto, pela visão de totalidade, por envolver de forma natural e indissociável o ensino e a pesquisa e pela possibilidade de, por meio dela, almejar-se um dos principais objetivos da educação: o desenvolvimento da autonomia do educando.

---

<sup>7</sup> Inaugurado em 2006, O CREMM é um centro de estudo e pesquisa virtual ligado à Universidade Regional de Blumenau (FURB) e dirigido pela professora Maria Salett Biembengut.  
<http://www.furb.br/cremm/portugues/index.php>. Acesso em 27 de abril de 2017.

Nesse sentido, a Modelagem na Educação Matemática se apresenta sob diversas concepções que, de acordo com Biembegut (2009), são atribuídas à formação e experiência de cada um dos pesquisadores e “pequenas sutilezas” fazem com que essas definições adotadas apresentem aspectos diferenciados (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011).

Tendo em vista o objetivo desta pesquisa, torna-se relevante apresentar algumas concepções e perspectivas existentes sobre essa temática. Porém, antes de dialogarmos com elas, abriremos um espaço para compreendermos as causas e o desenvolvimento da Modelagem Matemática na Educação Básica.

## 1.2. Caminhos da Modelagem Matemática na Educação Básica

A utilização da Modelagem na Educação Básica deu-se em meados da década de 1980 em classes regulares de 1º e 2º graus (atualmente Ensino Fundamental e Médio) e na educação de adultos (FIORENTINI, 1994; QUARTIERI; KNIJNIK, 2012). Essa inserção foi influenciada pelo próprio movimento da Modelagem na Educação Matemática que ocorria nesse período e também pelos estudos e discussões a respeito dos currículos escolares.

Nos anos de 1980, identificou-se um movimento de reorientação curricular no Brasil que passou a considerar o currículo não como um elenco de conteúdos e disciplinas, mas também como um conjunto de atividades significativas para a formação do aluno, evidenciando a postura crítica e o papel social da escola diante das questões curriculares (QUARTIERI; KNIJNIK, 2012).

Nessa época, o ensino de Matemática nas escolas era realizado com poucas aplicações que restringiam-se a problemas de final de capítulo pouco significativos e coerentes com a realidade do aluno, além da ênfase no movimento internalista da Matemática, visando a sua produção a partir de seus problemas internos. Nesse sentido,

a Modelagem Matemática parece vir a contribuir para suprir uma lacuna que havia na formação matemática do aluno, qual seja o da produção/socialização de conhecimentos- entendidos também como modelos matemáticos- a partir de estímulos e desafios externos à própria matemática (FIORENTINI, 1994, p. 246).

Em 1983, a Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Guarapuava - PR (FAFIG) – atualmente Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) – foi a primeira instituição de Ensino Superior a difundir a proposta da Modelagem como alternativa de ensino a partir da realização de vários cursos de especialização para professores de Matemática organizados por docentes do IMECC - UNICAMP. “A forma de trabalho procurava romper

com o modelo usual de se ensinar matemática: conteúdo teórico e exercícios de aplicação “(BURAK, 2005, p. 3).

O primeiro trabalho a utilizar a denominação de Modelagem Matemática foi produzido por Maria Cândida Muller em 1986, pela Faculdade de Educação (FE) da UNICAMP. Segundo Fiorentini (1994), foi um trabalho que contemplou a transição dos “modelos matemáticos” no ensino de Matemática para “modelagem matemática” com ênfase em uma discussão conceitual a partir de uma revisão bibliográfica.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP) – Rio Claro (SP) também contribuiu para o desenvolvimento da Modelagem como alternativa de ensino de Matemática nos níveis Fundamental e Médio. A primeira dissertação de mestrado nessa temática foi produzida por Dionísio Burak em 1987, que apresentou a Modelagem como uma proposta metodológica para o ensino de Matemática na 5ª série (atualmente 6º ano) do 1º grau (atualmente Ensino Fundamental). Além de aplicá-la junto a professores de diferentes níveis de ensino, Burak também discutiu as perspectivas didático-pedagógicas da Modelagem destacando que essa alternativa metodológica

procura dar ao aluno mais liberdade para raciocinar, conjecturar, estimar e dar vazão ao pensamento criativo estimulado pela curiosidade e motivação. [...] Outro aspecto a ressaltar nesta prática de ensino através da Modelagem é aquele em que a situação-problema determina o conteúdo a ser estudado e isto parece ser muito positivo, pois a sucessão de situações-problema experimentadas e vivenciadas pelo aluno acabará por formar-lhe um espírito crítico e aberto às novas experiências (BURAK, 1987, p. 17-18).

Nesse sentido, de acordo com Quartieri e Knijnik (2012), a introdução da Modelagem Matemática nas escolas na década de 1980 indicava um maior interesse de Matemática por parte do aluno, mostrando o seu uso em situações-problemas, além da ênfase no desenvolvimento de aspectos como criticidade, autoestima e responsabilidade.

A partir daí, outros trabalhos viriam a ser produzidos, avançando nas experiências pedagógicas envolvendo a utilização da Modelagem no ensino. Um deles foi produzido pela Maria Salett Biembengut em 1990, que verificou as possibilidades de uso dessa metodologia em cursos regulares de Ensino Fundamental e Médio, relatando várias tentativas realizadas desde 1986 em escolas públicas e particulares (FIORENTINI, 1994).

Quartieri e Knijnik (2012) constatam que de 1960 a 1970 a prática pedagógica da Modelagem estava concentrada no Ensino Superior e entre as décadas de 1980 a 1990 que o seu uso foi introduzido na Educação Básica, influenciado pelas reformas curriculares e pelo avanço das tecnologias de informação e comunicação.

O delineamento de novas relações entre conhecimento e trabalho emergiram desde meados do século XX com a construção dos primeiros computadores. Conseqüentemente, passou-se a repensar o papel da educação nesse contexto, ao qual exigiam da escola e dos professores a criação de condições aos estudantes para desenvolverem novas competências com o objetivo de atenderem a demanda de um novo tipo de profissional, capacitado para lidar com novas tecnologias, linguagens, ritmos e processos.

Para isso era necessário considerar um dinâmica de ensino que favorecesse a construção de estratégias para verificar e comprovar hipóteses na produção do conhecimento, a utilização de argumentação a fim de possibilitar o controle dos resultados do processo, o desenvolvimento da criticidade e criatividade, as potencialidades do trabalho coletivo e a autonomia do sujeito (BRASIL, 1997).

Nesse sentido, pesquisadores e professores passaram a defender a Modelagem e adotá-la como proposta metodológica/pedagógica no sentido de contemplar os aspectos propostos pelas diretrizes educacionais, considerando que seu uso nas aulas poderia contribuir para uma aprendizagem contextualizada dos conteúdos matemáticos, além de possibilitar o desenvolvimento crítico e reflexivo em relação ao papel da Matemática na ciência e em situações relacionadas à sociedade.

Conforme Quartieri e Knijnik (2012), dos anos 2000 em diante tem-se uma utilização significativa da Modelagem na Educação Básica que pode estar relacionada as orientações propostas pelos PCN que enfatizavam uma participação ativa do aluno na construção do seu conhecimento.

Os PCN dos 3º e 4º ciclos (anos finais) do Ensino Fundamental indicavam alguns princípios norteadores para o ensino desta disciplina como utilizar o conhecimento matemático para fazer relações entre aspectos quantitativos e qualitativos da realidade, estabelecer conexões entre conteúdos matemáticos e conhecimentos de diferentes campo e áreas curriculares, e interpretar, avaliar e resolver situações-problema validando suas estratégias e resultados criticamente (BRASIL, 1998).

Essas finalidades do ensino de Matemática comungam com à atividade de Modelagem, já que essa última, segundo Orientações Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 2006), permite ao estudante realizar vários procedimentos como a problematização, a formulação de hipóteses, a seleção de variáveis, a resolução de um problema, a construção de um modelo matemático e sua validação.

Outro aspecto evidenciado tanto nos objetivos gerais dos PCN, quanto nos específicos da área de Matemática é o desenvolvimento de competências relacionadas as

questões sociais, políticas e culturais, como a compreensão da responsabilidade social associada ao conhecimento matemático e sua utilização para analisar situações do seu entorno e propor soluções.

O desenvolvimento de tais competências sugere a implementação de uma prática de ensino e aprendizagem que conduza ao trabalho com o contexto sociocultural do estudante e conseqüentemente com a aplicabilidade dos conceitos matemáticos, levando a construção de relações e a reflexão e discussão de questões relacionadas a esse contexto. Em vista disso, identifica-se uma concordância dessas orientações com alguns aspectos contemplados pela Modelagem.

Fiorentini (1994) em sua tese já havia identificado uma abordagem sociocultural da Modelagem Matemática no contexto brasileiro influenciada pelos estudos de Ubiratan D'Ambrósio que tentou situá-la no contexto da Etnomatemática e também pelas contribuições de Paulo Freire, no qual a Modelagem adquiriu uma ênfase política principalmente no que se refere à compreensão crítica da realidade.

Posteriormente, Kaiser, Lederich e Rau (2010) também identificaram essa característica da Modelagem no Brasil ao classificarem diferentes abordagens de Modelagem na Educação Matemática a partir da análise de produções da literatura internacional, especificamente, de conferências do *International Commission Mathematics Instruction* (ICMI) e *International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications* (ICTMA) e de outras publicações adicionais. O sistema de classificação apresentado pelos autores distingue as várias perspectivas de acordo com os seus objetivos centrais em relação à Modelagem. A saber:

- a) Realística ou Aplicada: os objetivos são pragmático-utilitários, isto é, resolver problemas do mundo real para compreendê-lo promovendo competências de modelagem;
- b) Contextual: os objetivos são matemáticos e psicológicos, isto é, a solução é feita em termos do problema e não somente em termos do conteúdo matemático;
- c) Educacional: os objetivos são matemáticos e pedagógicos e visam favorecer a estruturação dos processos de aprendizagem, a introdução e desenvolvimento dos conceitos, a motivação e melhoria das atitudes em relação à matemática e a compreensão crítica do processo de modelagem e do modelo desenvolvido;

- d) Sócio crítica e sociocultural: tem como objetivo pedagógico a compreensão crítica do mundo a sua volta e dos modelos e do processo de modelagem como meta geral, reconhecendo o seu papel na sociedade e sua dependência cultural;
- e) Teórico e Epistemológico: objetiva-se o desenvolvimento teórico a partir da conexão entre as atividades de modelagem e uma reconceitualização da matemática;
- f) Cognitiva: descrita como uma meta-perspectiva que contrasta com as anteriores, tem como objetivos de pesquisa analisar e compreender os processos cognitivos que ocorrem durante o processo de modelagem; e como objetivos psicológicos a promoção de processos de pensamento com o uso de modelos mentais e a ênfase na modelagem como um processo mental de abstração e generalização.

A perspectiva sócio crítica e cultural foi identificada por Kaiser, Lederich e Rau (2010) em produções brasileiras tendo como representantes atuais selecionados Jonei Cerqueira Barbosa e Jussara Loiola Araújo. Observa-se que a Modelagem na Educação Matemática brasileira também vem sendo reconhecida por esse viés no cenário internacional. No que se refere a uma classificação das perspectivas de Modelagem a partir das produções da literatura nacional, destacamos os trabalhos de Kluber (2009) e Biembengut (2012).

Objetivando compreender as diferentes perspectivas de Modelagem na Educação Matemática com foco não somente no trabalho individual dos autores mas também na produção da comunidade de pesquisa em Modelagem, Kluber (2009) fez uma análise de 42 comunicações científicas da V Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM), por ser considerado um evento relevante na área de Modelagem na Educação Matemática.

O autor identificou três estilos de pensamento diferentes referentes à Modelagem Matemática: a Modelagem como metodologia que visa à construção de modelos matemáticos; a Modelagem como metodologia ou estratégia de ensino, focada mais no processo de ensino e de aprendizagem do que no modelo matemático; e a Modelagem entendida como ambiente de aprendizagem. Um estilo de pensamento é “composto por ideias e práticas comuns compartilhadas pelo coletivo e que, de certa maneira, condicionam e regulam a produção deste coletivo” (KLÜBER, 2009, p. 222).

Já Biembengut (2012) realizou um mapeamento de produções brasileiras publicadas em anais de diversos eventos nacionais a fim de identificar a concepção e a tendência

de Modelagem Matemática no Ensino Médio. Foram analisados 53 artigos nos quais as expressões dos autores indicaram três concepções: método de ensino e pesquisa, alternativa pedagógica de matemática e ambiente de aprendizagem.

Diante das várias denominações e perspectivas de Modelagem na Educação Matemática, sobretudo aquelas que versam sua utilização na Educação Básica, concordamos com Biembengut (2009) que não há como subestimar o mérito e a validade das expressões dos autores sobre Modelagem uma vez que, captada a concepção de um outro, o professor conduzirá sua prática de acordo com o seu entendimento, conhecimento e experiências.

A seguir, serão apresentadas e discutidas algumas perspectivas de Modelagem, principalmente aquelas que foram adotadas pelos autores das dissertações e teses que compõem o *corpus* desta pesquisa, para realização das atividades com os estudantes da Educação Básica.

### 1.3. Modelagem na Educação Matemática e algumas de suas perspectivas

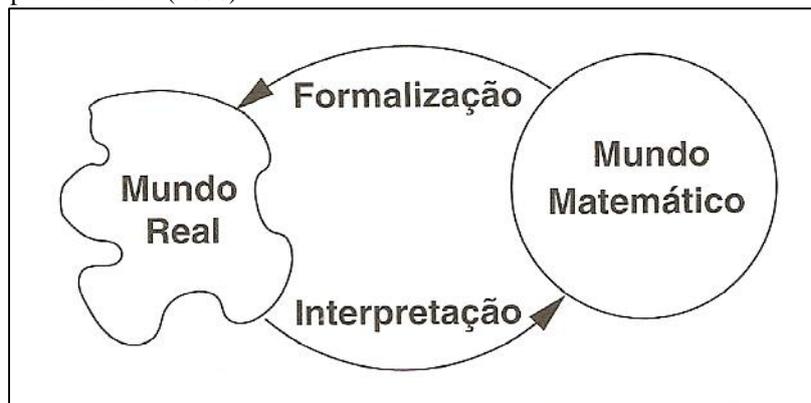
Genericamente, podemos afirmar que a Modelagem, em termos pedagógicos, trabalha a partir de problemas que fazem referência a situações do cotidiano próximo ou não do estudante, mobilizando conhecimentos matemáticos e de outras áreas. Ainda que apresentemos várias definições e tendências de Modelagem, não assumiremos concepção alguma, já que não é o propósito de nossa pesquisa analisar as expressões referentes a Modelagem, mas que compreendê-las nos auxiliará no diálogo com nosso foco de estudo.

Os nossos estudos sobre Modelagem na Educação Matemática foram direcionados às produções de estudiosos que se dedicaram na investigação de sua prática efetiva na sala de aula, alguns deles com foco no seu desenvolvimento na Educação Básica. Também consideramos as perspectivas que sustentaram teoricamente a realização das atividades relatadas nas dissertações e teses que iremos analisar.

De acordo com Bassanezi (2006, p.16), a Modelagem Matemática é a “arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. Ao referir-se sobre a Modelagem como estratégia de ensino-aprendizagem em cursos regulares ou não, o autor utiliza o termo Modelação (modelagem em Educação).

Bassanezi (2006) descreve a Modelagem em sua forma mais geral que consiste em tomar um problema de alguma situação real, transformá-lo em um modelo matemático e procurar uma solução que pode ser reinterpretada de acordo com a situação original (Figura 1).

Figura 1: Esquema simplificado de Modelagem Matemática apresentado por Bassanezi (2006).



Fonte: Bassanezi (2006, p. 44)

Na Modelagem, o ensino de um teorema não segue o esquema tradicional utilizado nas escolas: enunciado-demonstração-aplicação. Esta lógica se inverte, pois, o ponto de partida é a motivação (seja matemática ou não), seguida da formulação e validação de hipóteses, de novos questionamentos e finalmente pelo enunciado. Com a modelagem o processo de ensino-aprendizagem não mais se dá no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno com seu ambiente natural” (BASSANEZI, 2006, p. 38).

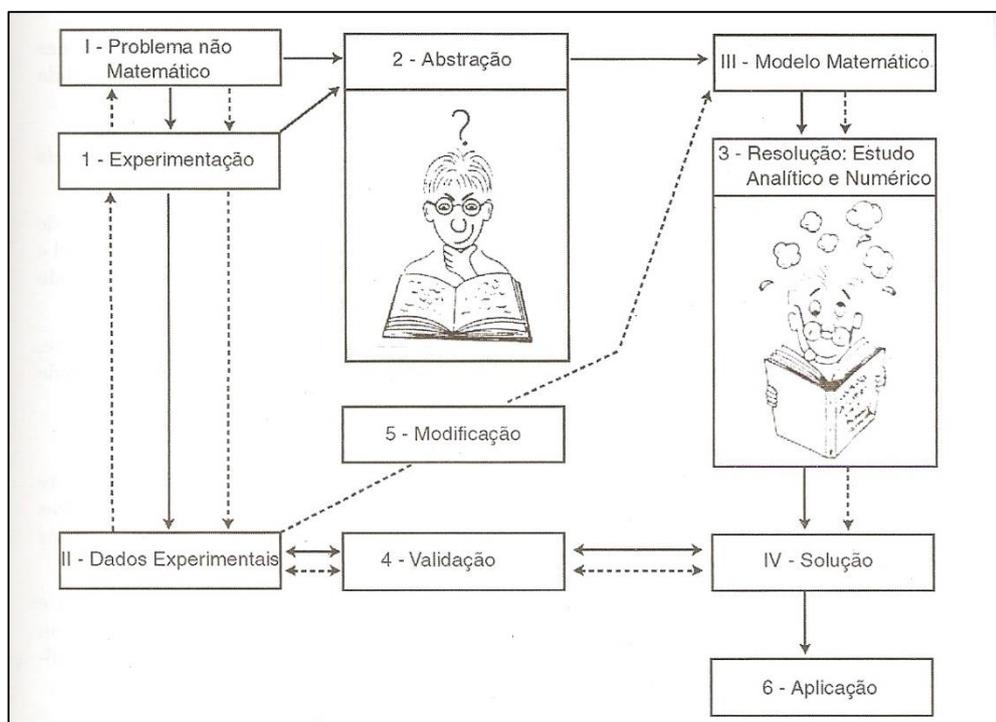
Para que uma situação ou problema real seja modelada matematicamente deve-se seguir uma sequência de etapas que também encontra-se esquematizada na Figura 2:

- a) Experimentação: atividade laboratorial ou de campo nas quais os dados são obtidos. Os métodos quase sempre são ditados pela natureza do experimento e pelo objetivo da pesquisa;
- b) Abstração: o procedimento realizado nessa etapa que deve conduzir à formulação do modelo matemático. Nesta fase, devem ser observados:
  - seleção de variáveis;
  - problematização ou formulação do problema teórico numa linguagem própria da área trabalhada;
  - formulação de hipóteses: dirigem a investigação e são geralmente formulações gerais que permitem ao pesquisador deduzir manifestações empíricas;

–simplificações que consistem em restringir e isolar o campo de estudo apropriadamente, de tal modo que o problema seja tratável e ao mesmo tempo mantenha sua relevância;

- c) Resolução: consiste no modelo matemático obtido quando a linguagem natural das hipóteses é representada por uma linguagem matemática coerente e que traduz a linguagem natural em diferentes aspectos;
- d) Validação: processo pelo qual verifica-se se o modelo proposto será aceito ou não. Sustentado pelas hipóteses que lhes são atribuídas, o modelo deve ser testado em confronto com os dados empíricos, comparando suas soluções e previsões com os valores obtidos no sistema real;
- e) Modificação: se torna necessária quando há uma rejeição do modelo proposto devido a fatores ligados ao problema original. Neste caso, o aprofundamento da teoria implica na reformulação do modelo.

Figura 2: Esquema das etapas da Modelagem apresentado por Bassanezi (2006).



Fonte: Bassanezi (2006, p. 27)

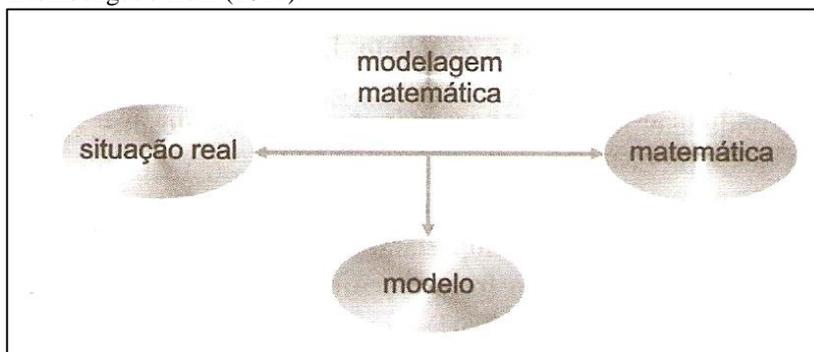
Nesse processo, o autor considera sempre necessária a obtenção de um modelo matemático que é “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado” (BASSANEZI, 2006, p. 20). Ele pode ser formulado utilizando-se expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, tabelas, programas computacionais, etc.

Ao se propor um modelo, nem sempre as aproximações realizadas para se compreender a situação estudada condizem com a realidade. Nesse caso, é indispensável a sua validação. Porém, ao utilizar a Modelagem como uma estratégia de ensino, a validação do modelo não necessita ser enfatizada se o objetivo do professor seja a motivação do aprendiz e a valorização dos conteúdos matemáticos pelos estudantes. Nesse sentido, a prioridade da Modelagem no ensino não são os modelos obtidos, mas “o processo utilizado, a análise crítica e sua inserção no contexto sociocultural” (BASSANEZI, 2006, p. 38).

A escolha do tema a ser estudado pode ser um aspecto importante ao desenvolver a Modelagem em sala de aula. Bassanezi (2006, p. 46) afirma que é de grande importância que a escolha dos temas seja feita pelos estudantes, pois “se sentirão corresponsáveis pelo processo de aprendizagem, tornando sua participação mais efetiva”. O autor ainda sugere que esse trabalho seja realizado em pequenos grupos e que cada um deles trabalhe com problemas específicos do tema eleito por todos.

Outra perspectiva que não distancia-se muito da sugerida por Bassanezi (2006) é a de Biembengut e Hein (2011, p. 12-13) que definem a Modelagem como o “processo que envolve a obtenção de um modelo” compreendendo-a também como “uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões”. Os autores a compreendem ainda como um meio de interagir a Matemática e a realidade. Nesse caso, ambas são consideradas genericamente disjuntas (Figura 3).

Figura 3: Esquema do processo da Modelagem Matemática dado por Biembengut e Hein (2011).



Fonte: Biembengut e Hein (2011, p. 13).

A obtenção do modelo matemático, que para os autores consiste em “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real” (BIEMBENGUT; HEIN, 2011, p. 12) ocorre a partir de uma série de procedimentos, agrupados em três etapas:

- a) **Interação:** consiste no reconhecimento da situação-problema e na familiarização com o tema a ser modelado. Apesar dessas ações não obedecerem uma ordem, ao delinear a situação a ser estudada exige-se que seja feito um estudo sobre o tema de maneira indireta (livros, revista, jornal, internet) ou direta (experiência em campo ou laboratório). Na medida que acontece a interação com os dados, a situação-problema torna-se cada vez mais clara;
- b) **Matematização:** ocorre a formulação e resolução do problema em termos de modelo. Após o levantamento de hipóteses dos dados obtidos, tem-se a formulação do problema. A partir daí, a situação-problema é representada em uma linguagem matemática objetivando-se descrevê-la e resolvê-la utilizando-se todo o “ferramental” (grifo do autor) matemático disponível. Nesse momento, o computador pode ser um instrumento relevante para se conseguir resultados mais precisos;
- c) **Modelo matemático:** a solução é interpretada e o modelo validado. Para que o modelo seja adotado, verifica-se o quão próximo ele se encontra da situação-problema e sua confiabilidade. Para isso, faz-se um retorno à situação-problema na qual se avalia a adequabilidade do modelo. Caso ele não atenda às necessidades, volta-se para etapa de matematização para modifica-lo ou ajustar hipótese e variáveis.

Figura 4 Dinâmica da Modelagem Matemática apresentada por Biembengut e Hein (2011).



Fonte: Biembengut e Hein (2011, p. 15)

No que tange a Modelagem no ensino, Biembengut e Hein (2011, p. 18) a denominam como Modelação Matemática, que consiste em “um método de ensino que utiliza a essência da modelagem em cursos regulares”. Ela ocorre seguindo as mesmas etapas do processo de Modelagem, porém com algumas alterações/adaptações devido a estrutura espacial e organizacional dos cursos regulares e o currículo a ser cumprido.

Para implementar a Modelação é imprescindível que se considere alguns fatores como o nível de escolaridade dos estudantes, o tempo disponível caso se tenha um trabalho extraclasse, os conteúdos matemáticos a serem cumpridos, o nível de conhecimento de modelagem do professor e se a comunidade escolar pode dar suporte para essas mudanças.

Ao executar a Modelação como método de ensino-aprendizagem Biembengut e Hein (2011) sugerem cinco passos: o diagnóstico, a escolha do tema ou modelo matemático, o desenvolvimento do conteúdo programático, a orientação de modelagem e avaliação do processo.

O diagnóstico consiste em um levantamento sobre os estudantes no qual se investiga o conhecimento matemático que possuem, a disponibilidade para trabalhos extraclasse e a realidade socioeconômica. Após esse diagnóstico é feita a escolha de um tema que irá se transformar em um modelo matemático de acordo com o tópico ou conteúdo a ser desenvolvido durante o período letivo. O trabalho com o tema escolhido pode levar à criação de um modelo inédito ou a releitura de um modelo já existente. Essa escolha pode ser feita pelos estudantes para que se sintam responsáveis pela aprendizagem porém, se tem um risco de que seja eleito um tema não adequado com o tópico ou conteúdo matemático que se quer trabalhar.

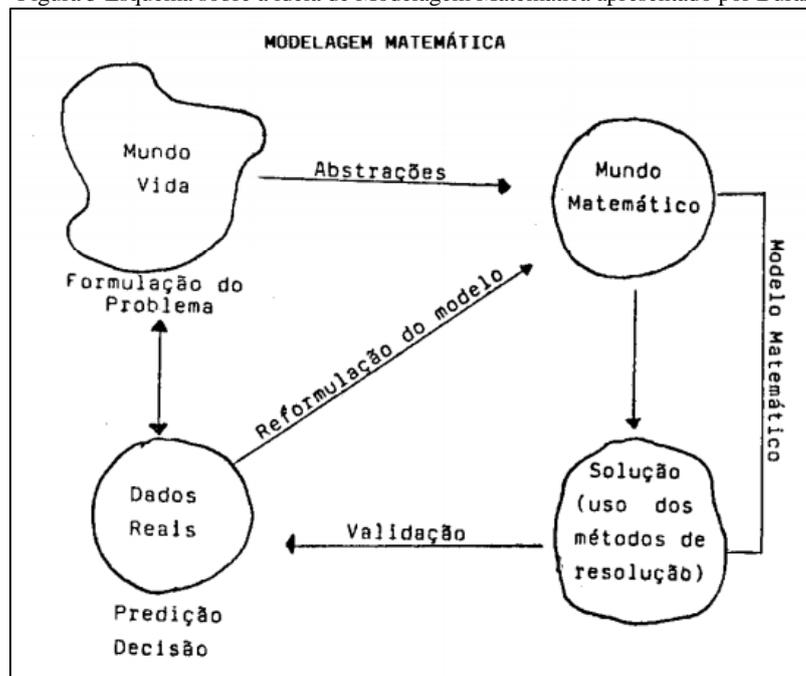
O desenvolvimento do conteúdo matemático segue as mesmas etapas do processo de Modelagem com o foco no conteúdo matemático a ser cumprido. Durante a etapa de matematização, torna-se necessário uma formalização dos conceitos que estão sendo vistos e a apresentação de exemplos e exercícios análogos ao problema estudado. A orientação da modelagem se torna um passo fundamental no desenvolver dessas etapas, na qual o professor precisa promover a autonomia dos estudantes e orientar e acompanhar o trabalho. Necessita-se que se tenha um planejamento da parte do professor para que ele possa inteirar-se do tema estudado e seus encaminhamentos para saber em quais momentos irá intervir.

Ao final, é importante que os estudantes realizem um apresentação oral e escrita do trabalho com objetivo de registrar e expor suas ideias, divulgando-as aos colegas ou à comunidade escolar. A avaliação do processo também é um passo importante a ser executado na Modelação, pois a partir dela pode ser avaliado como se deu a produção do conhecimento matemático, o trabalho em grupo e a extensão e aplicação do conhecimento.

Já a perspectiva de Burak (2010), um dos primeiros pesquisadores a desenvolver a Modelagem na Educação Básica, compreende o ensino e aprendizagem a partir das teorias de cognição, ligadas as visões Construtivista, Sócio-Interacionista e de Aprendizagem Significativa. A justificativa da escolha dessas bases teóricas está relacionada a concepção de que o estudante é o protagonista da construção do seu conhecimento e também que o professor é um mediador.

Burak (1992, p. 62) concebe a Modelagem Matemática como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões”. Na figura 5, apresentamos o único esquema por nós encontrado que retrata a compreensão do processo de Modelagem, naquele momento, por Burak (1987).

Figura 5 Esquema sobre a ideia de Modelagem Matemática apresentado por Burak (1987).



Fonte: Burak (1987, p. 38)

No que se refere à Modelagem enquanto alternativa metodológica para o ensino de Matemática, Burak (2004) diz partir de dois princípios: o interesse do grupo ou dos grupos e a obtenção de dados no contexto ao qual o interesse foi originado. Esses princípios podem ser justificados por argumentos encontrados na Psicologia, destacando a importância do interesse como ponto de partida principal para o desenvolvimento de qualquer atividade humana.

Nesse sentido, a Modelagem na sala de aula permite que os estudantes sejam mais ativos em sua aprendizagem, pois pode propiciar uma motivação a partir do interesse no

tema, diferente da proposta tradicional, em que os estudantes devem atender os interesses do professor que na maioria das vezes não são os mesmos.

As etapas descritas por Burak (2010) consideradas fundamentais para o processo da Modelagem e que são resultado das várias experiências vividas por ele juntamente com outros professores na Educação Básica são as seguintes: a) escolha de um tema; b) pesquisa exploratória, c) levantamento dos problemas; d) resolução dos problemas e o desenvolvimento dos conteúdos no contexto do tema; e) análise crítica da(s) solução(ões).

Na escolha do tema, os estudantes colocam assuntos de seu interesse ou curiosidade que em princípio podem não ter nenhuma relação com a Matemática. Isso pode despertar no professor uma “ansiedade” pela dúvida de se ter matemática no tema e qual o conteúdo será desenvolvido.

Uma vez escolhido o tema, o próximo passo é a pesquisa exploratória. Nessa fase, é importante que os estudantes saibam como organizar os dados e fazer um tratamento dos mesmos. De acordo com Burak (2010, p. 21),

conhecer mais sobre o tema, buscar informações no local onde se localiza o interesse do grupo de pessoas envolvidas, além de se constituir em uma das premissas para o trabalho nessa visão de Modelagem é uma etapa importante na formação de um estudante mais crítico.

O levantamento do(s) problema(s) é realizado a partir dos resultados da pesquisa exploratória, iniciando uma ação matemática. Ao articular os dados e formular o problema da situação estudada, o estudante desenvolve sua autonomia e a formação de um espírito crítico. “Construir no estudante a capacidade de levantar e propor problemas, advindos dos dados coletados e mediada pelo professor é, sem dúvida, um privilégio educativo” (BURAK, 2010, p. 22). Nesse processo, o erro é entendido como uma aproximação da verdade, pois é resultante de um pensamento mais educativo do que uma resposta correta dada ao acaso.

Na resolução do(s) problema(s) se faz uso de todo o ferramental matemático disponível permitindo que os conteúdos matemáticos ganhem importância e significado. Pode acontecer que para resolver o problema se faça necessário um conteúdo matemático que ainda não foi trabalhado pelo estudante, então é um momento propício para o professor, que na condição de mediador, pode favorecer a construção do conhecimento.

A última etapa compreende a análise crítica das soluções. Nesse momento são feitas considerações e análises das hipóteses que foram levantadas anteriormente, possibilitando tanto o aprofundamento de aspectos matemáticos quanto não matemáticos. É verificada

também a consistência lógica da solução ou das soluções encontradas e também se discute os cuidados com a linguagem e a importância de alguma formalização. Para Burak (2010, p. 24)

discutir as ações decorrentes de uma constatação matemática ou não que resultou em um problema ou uma situação-problema, as consequências das decisões tomadas, as relações e repercussões em vários níveis dentre eles: individual, familiar, comunitário, as relações possíveis sob diversos enfoques, constitui o ponto forte dessa prática educativa, mediada pela Modelagem.

Sobre a construção de modelos matemáticos na Educação Básica, Burak (2010) diz que não é uma prioridade. O autor afirma que nesse nível de ensino a maioria dos conteúdos já possuem modelos prontos: funções, equações lineares ou quadráticas, fórmulas das áreas de figuras planas e espaciais. Os modelos podem ser construídos quando for necessário expressar alguma situação para qual não se tem ou não se conhece um modelo. A partir disso, um modelo pode ser uma representação em linguagem matemática, geralmente sob a forma de uma equação, inequação, sistema de equações, a planta baixa de uma casa ou um mapa, uma tabela. A ideia de modelo fica ampliada nesse contexto, constituindo-se como qualquer representação que permite uma tomada de decisão, como uma tabela de supermercado, por exemplo.

Para Burak (2010), ao se trabalhar com a Modelagem Matemática na Educação Básica, o foco deve estar no processo de construção do conhecimento matemático, ou seja, na realização da atividade de ensino e de aprendizagem. Neste caso, a construção dos modelos não é o fim único da Modelagem.

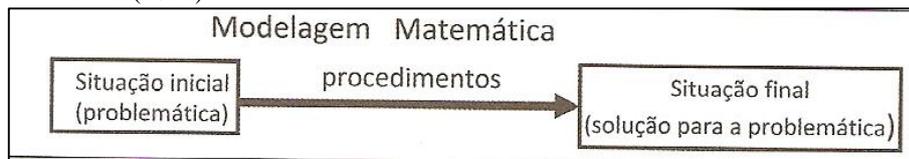
Uma outra perspectiva que podemos encontrar na literatura compreende a Modelagem como uma alternativa pedagógica que por meio da Matemática aborda uma situação-problema não essencialmente matemática (ALMEIDA; BRITO, 2005, ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Almeida, Silva e Vertuan (2012) descrevem que a atividade de Modelagem parte de uma situação inicial (situação-problema), na qual se delimita um problema<sup>8</sup>, para uma situação final desejada (modelo matemático) considerada a solução da situação inicial. Esse processo de transição entre situação inicial e final só é possível a partir de um conjunto de conceitos e procedimentos (Figura 6).

---

<sup>8</sup> Segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012), o termo “problema” é compreendido com uma situação ao qual o indivíduo não possui o conhecimento da solução e dos procedimentos *a priori*.

Figura 6: Descrição da atividade de Modelagem Matemática por Almeida, Silva e Vertuan (2012).



Fonte: Almeida, Silva e Vertuan (2012, p.12).

Os procedimentos em uma atividade de Modelagem envolve fases nas quais a situação-problema vai sendo configurada e estruturada até que se chegue em sua resolução que pode ser associada a um modelo matemático. O modelo matemático é

um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, expresso por meio de uma linguagem ou estrutura matemática e que tem por finalidade descrever ou explicar o comportamento de outro sistema, podendo mesmo permitir a realização de previsões sobre este outro sistema (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 13).

Essas fases podem ser caracterizadas como: inteiração, matematização, resolução, interpretação de resultados e validação. Na inteiração tem-se um primeiro contato com a situação-problema em que se realiza um estudo com o objetivo de conhecer as características e especificidades da situação. Diante das informações sobre a situação são coletados dados quantitativos e qualitativos, seja de forma direta ou indireta. Essa fase pode se estender durante o desenvolvimento da atividade, e não somente no início, conduzindo à formulação do problema e à definição dos passos para resolução.

Na matematização acontece uma fase de transição da linguagem natural da situação-problema para a linguagem matemática, deixando evidente o problema a ser resolvido. São realizadas hipóteses, seleção de variáveis e simplificação das informações e do problema formulado. Assim, a matematização consiste em “dar significado matemático para a organização da realidade” (FREUDENTHAL<sup>9</sup>, 1973, p. 43 apud ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 16).

A fase da resolução é determinada pela construção do modelo matemático, a fim de

descrever a situação, permitir a análise dos aspectos relevantes da situação, responder às perguntas formuladas sobre o problema a ser investigado na situação, responder às perguntas formuladas sobre o problema a ser investigado na situação e até mesmo, em alguns casos, viabilizar a realização de previsões para o problema em estudo (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 16).

<sup>9</sup> FREUDENTHAL, H. Mathematics as an educational task. Riedel Publishing Company, Dordrecht, 1973.

Na interpretação de resultados e validação olham-se os resultados apresentados pelo modelo e os analisa para avaliar se respondem ao problema. Essa análise é feita pelo envolvidos na atividade para validar a representação matemática associada ao problema levando em conta os procedimentos matemáticos e sua adequabilidade para a situação. Durante essa fase, os estudantes podem desenvolver uma capacidade de avaliar a construção de modelos e as suas aplicações em diferentes contextos.

Os autores ainda destacam que durante os procedimentos de uma atividade de Modelagem essas fazem podem não seguir uma linearidade, o que torna a dinâmica por possibilitar esse movimento de “ida e vinda”. As fases descritas anteriormente evidenciam elementos que caracterizam uma atividade de Modelagem: situação-problema, matemática processo investigativo e análise interpretativa (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 17).

O desenvolvimento das atividades de Modelagem nas prática de sala de aula na Educação Básica tem-se mostrado adequado, no sentido de que o estudante, conforme transita pelas diferentes fases, vai consolidando sua compreensão do processo de Modelagem, da resolução de problemas e da reflexão sobre as soluções encontradas (ALMEIDA; DIAS, 2004).

Ao trazer a Modelagem para a Educação Matemática, Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 12) diz que sua caracterização e conceitualização ganham diferentes abordagens e realizações conforme “diferentes pressupostos em relação às concepções pedagógicas que norteiam as práticas educativas e as estruturações teóricas das pesquisas científicas”.

Nesse sentido, a Modelagem ao ser desenvolvida na Educação Básica pode favorecer alguns aspectos como:

a ativação de aspectos motivacionais e relações com a vida fora da escola ou com as aplicações da Matemática; a viabilização ou solicitação do uso do computador nas aulas de Matemática; a realização de trabalhos cooperativos; o desenvolvimento do conhecimento crítico e reflexivo; o uso de diferentes registros de representação; a ocorrência de aprendizagem significativa (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 29-30).

Destaca-se que essa perspectiva justifica a utilização da Modelagem como alternativa para o ensino e aprendizagem por despertar o interesse dos estudantes em se trabalhar com situações-problemas de seu cotidiano. Esse interesse pode ser considerado como um dos motivos que sustentam as atividades de Modelagem.

Por fim, encontramos também na literatura a perspectiva de Barbosa (2001, p. 31), que entende a Modelagem como “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são

convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”.

O subsídio teórico que sustenta sua concepção é a corrente sócio crítica em concordância também com a Educação Matemática Crítica. A partir dessa visão, Barbosa (2001) defende que as atividades de Modelagem buscam contemplar não somente o conhecimento matemático e de modelagem, mas também o conhecimento reflexivo que se constitui como “uma dimensão crítica devotada a discutir a natureza dos modelos e os critérios usados em suas construções, aplicações e avaliações” (SKOVSMOSE<sup>10</sup>, 1990, p. 767 apud BARBOSA, 2001, p. 19).

Ainda sobre as atividades de Modelagem nessa perspectiva, Barbosa (2001, p. 29) diz que “são consideradas como um meio de indagar e questionar situações reais por meio de métodos matemáticos, evidenciando o caráter cultural e social da matemática”. Assim, tanto a Modelagem quanto a Matemática permitem aos estudantes desenvolverem sua competência crítica.

Quanto a importância de se fazer modelagem na sala de aula, Barbosa (2001), traz dois argumentos como principais características deste tipo de atividade: (1) o argumento da competência crítica que habilita os estudantes a reconhecer, compreender, analisar e avaliar exemplos de usos da Matemática na sociedade; (2) o argumento da alternativa epistemológica que desenvolve a percepção do caráter cultural da Matemática.

Ao mencionar sobre “ambiente de aprendizagem”, Barbosa (2001) fundamenta-se nas reflexões realizadas por Skovsmose (2000). O ambiente de aprendizagem faz referência às condições sob as quais os estudantes são incentivados a desenvolver determinadas atividades. Tais atividades devem desenvolver a matematicidade, que não se refere “apenas às habilidades matemáticas, mas também à competência de interpretar e agir numa situação social e política estruturada pela matemática” (SKOVSMOSE, 2000, p. 16). O ambiente é colocado como um “convite” aos estudantes, pois esses podem não participar das tarefas propostas. Logo, o envolvimento deles ocorre de acordo com os seus interesses (SKOVSMOSE, 2000).

Skovsmose (2000) caracteriza seis tipos diferentes de ambientes de aprendizagem (Quadro 1) que estão relacionados com o tipo de referência que o professor utiliza em sala de aula, ou seja, ele pode desenvolver atividades que fazem referência somente a matemática, ou atividades que se referem a uma semi-realidade e por fim atividades que fazem referência a situações da vida real. O autor destaca ainda que o professor não deve permanecer

---

<sup>10</sup> SKOVSMOSE, O. Reflective knowledge: its relation to the mathematical modelling process. *International Journal Mathematical Education Science Technology*, London, v. 21, n. 5, p. 765-779, 1990.

em apenas um ambiente, ele deve percorrer todos eles. O ambiente de aprendizagem gerado pela Modelagem Matemática é o do tipo 6, ou seja, os trabalhos desenvolvidos fazem referência a uma situação da vida real e nesse ambiente os estudantes se encontram em um cenário de investigação, no qual os alunos são convidados a “formular questões e procurar explicações” para o problema (SKOVSMOSE, 2001, p. 21).

Quadro 1: Ambientes de Aprendizagem.

	Exercícios	Cenários para investigação
Referências à matemática pura	(1)	(2)
Referências à semi-realidade	(3)	(4)
Referências à realidade	(5)	(6)

Fonte: Skovsmose (2000, p. 23)

Nesse ambiente de aprendizagem o estudante busca informações que o ajudem a resolver aquilo que lhe incomoda, assim a "Modelagem identifica-se com o problema e não com o exercício" (BARBOSA, 2001, p.32). Esse processo demanda do estudante certo esforço intelectual, pois não são seguidos procedimentos fixados previamente. Além disso, o conhecimento matemático a ser aprendido depende do encaminhamento das atividades realizadas pelos estudantes.

Neste sentido, pode-se dizer que toda atividade de Modelagem implica em uma resolução de problemas, mas nem toda resolução de problemas pode ser caracterizada como Modelagem, pois esta última privilegia situações com referência na “vida real”.

Barbosa (2001) ressalta que a utilização dos termos “real” e “realidade” na Modelagem Matemática pode nos levar a um equívoco teórico. Isso porque eles podem ser interpretados como uma contraposição a Matemática, isto é, o pensamento de que ela é disjunta da realidade.

De acordo com Barbosa (2008, p.48), “toda representação matemática da situação, por escrito, é chamada de modelo matemático”. A noção de modelo matemático se torna ampla, a fim de considerar diferentes formas de representações dos estudantes em uma determinada situação. O autor também reconhece como modelo matemático “qualquer outro tipo registro matemático escrito que se refira à situação-problema” (BARBOSA, 2008, p. 48). Nesse caso, o modelo matemático pode ser em linguagem materna e não apenas em uma linguagem matemática.

O ambiente criado, que sustenta as atividades de Modelagem, pode impossibilitar a garantia da presença de um modelo matemático propriamente dito, pois os estudantes “podem desenvolver encaminhamentos que não passem pela construção de um modelo matemático” (BARBOSA, 2001a, p. 5-6). Mesmo sem a obtenção do modelo matemático é possível afirmar que a Modelagem Matemática aconteceu, pois “o ambiente de aprendizagem está instaurado em termos do convite proposto pelo professor. A forma como os alunos respondem a isto pode ser diversa” (BARBOSA, 2011 apud BUENO, 2011, p. 121).

Quanto ao processo para realizar Modelagem Matemática na sala de aula, Barbosa (2004) não concebe etapas para construção de modelos e afirma tratar-se de um ambiente associado à problematização e à investigação. “O primeiro [problematização] refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo [investigação], à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas” (BARBOSA, 2004, p. 75). O levantamento de questões e as investigações realizadas permitem o desenvolvimento do conhecimento reflexivo.

De acordo com Barbosa (2001), o modo como as atividades serão organizadas depende das possibilidades do contexto escolar, da experiência do professor ou do pesquisador, dos interesses dos estudantes e de outros fatores. O autor classifica as atividades de Modelagem Matemática dentro de três possibilidades, chamadas de casos. Elas variam quanto às tarefas do professor e dos estudantes (Quadro 2).

Quadro 2: Tarefas dos alunos e professores nos “casos” de Modelagem sugeridos por Barbosa (2001).

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Elaboração da situação-problema	Professor	Professor	Professor/aluno
Simplificação	Professor	Professor/aluno	Professor/aluno
Dados qualitativos e quantitativos	Professor	Professor/aluno	Professor/aluno
Resolução	Professor/aluno	Professor/aluno	Professor/aluno

Fonte: Barbosa (2001, p. 40).

No Caso 1, o professor apresenta uma situação-problema aos estudantes sendo responsável por descrever a situação, os dados e o problema. Os estudantes por sua vez, ficam encarregados de todo processo de resolução.

No Caso 2, o professor formula e apresenta aos estudantes um problema não matemático para que eles possam coletar os dados e resolvê-lo. Nessa configuração, os estudantes têm maior responsabilidade na realização das tarefas em relação ao Caso 1.

No Caso 3, as atividades de Modelagem são desenvolvidas a partir de projetos, nos quais estudantes ou o professor podem escolher o tema a ser estudado. A coleta de informações, a formulação e resolução do problema é realizada pelos estudantes e o professor tem um papel de estimulá-los durante o processo.

Segundo Barbosa (2001), os três casos não são uma forma de organização definitiva, mas indicam possibilidades nas quais podem ser adaptadas de acordo com o professor, com os estudantes e com o contexto escolar. Nos casos, as responsabilidades do professor são compartilhadas com os estudantes, garantindo a ele a função de acompanhar e intervir na condução das atividades, direcionando o processo e não os estudantes. “Não se trata de fazer alguma coisa *para* os estudantes, mas *com* os estudantes” (FREIRE & SHOR<sup>11</sup>, 1987 apud BARBOSA, 2001, p. 41).

As perspectivas abordadas acima apresentam aproximações e distanciamentos no que se refere a realização das atividades de Modelagem, na qual cada uma delas enfatizam diferentes aspectos. Como visto anteriormente, isso se justifica pelas experiências e pelos pressupostos teóricos que sustentam a prática e os estudos desses autores.

Observa-se uma similaridade das etapas propostas por Bassanezi (2006) e Biembengut e Hein (2011) ao manter uma aproximação do método da Modelagem a ser executado no ensino com o seu desenvolvimento na Matemática Aplicada. Embora estes autores defendam a importância de priorizar o processo utilizado e a análise crítica dos modelos em seu contexto sociocultural, percebe-se que suas perspectivas privilegiam uma formação voltada para construção de modelos matemáticos.

Já as perspectivas de Burak (2010) e Almeida, Silva e Vertuan (2012) evidenciam uma ênfase tanto no processo de uma aprendizagem matemática significativa, quanto em aspectos subjetivos como o interesse, a motivação, criatividade, a criticidade, entre outros, que podem ser desenvolvidos pelos estudantes quando inseridos em atividades de Modelagem.

---

<sup>11</sup> FREIRE, P.; SHOR, I. Medo e ousadia: o cotidiano do professor. 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986. 224 p.

Além disso, para alguns dos autores a obtenção de um modelo matemático é importante, mas não é prioridade. Burak (2010) e Barbosa (2001) apresentam uma visão ampliada de modelo que considera qualquer representação matemática escrita que permita a tomada de decisões.

Sobre os pressupostos teóricos que os estudiosos das perspectivas apresentadas se apoiam, percebe-se que Bassanezi (2006) e Biembengut e Hein (2011) não expressam suas concepções de ensino e aprendizagem e nem a teoria que os sustentam. Vale ressaltar que Bassanezi propõe a Modelagem como metodologia de ensino para cursos regulares, isto é, suas experiências são voltadas para o ensino superior. Porém, foi possível perceber, a partir das dissertações e teses, que algumas pesquisas realizaram as atividades de Modelagem com estudantes da Educação Básica apoiando-se em suas etapas.

Burak (2010) e Almeida, Silva e Vertuan (2012) partem de uma vertente de ensino e aprendizagem construtivista, em que o estudante é o responsável pela construção do seu conhecimento e o professor tem o papel de mediador durante o processo. Também evidenciam uma aprendizagem que faça sentido e seja significativa para o estudante. Logo, os aspectos destacados por eles em relação ao uso da Modelagem na sala de aula e as etapas a serem realizadas indicam uma ênfase em uma abordagem cognitivista.

Já a perspectiva de Barbosa prioriza uma abordagem mais social e crítica da Modelagem, apoiando-se nos pressupostos da Educação Matemática Crítica. Nesse caso, elementos como interesse, motivação, criatividade, atribuição de sentido e significado para os conteúdos matemáticos também estão presentes, mas não são foco, pois o objetivo encontra-se em utilizar a Matemática como meio para resolver uma situação-problema e analisá-la e discutí-la criticamente de acordo com o contexto social na qual se encontra.

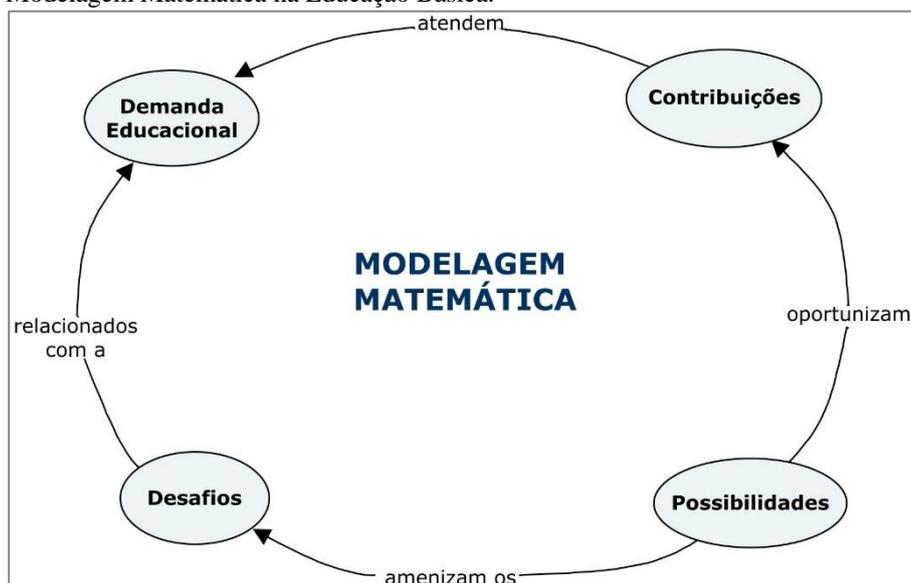
As perspectivas de Modelagem apresentadas além de indicar uma concepção e um modo de organizar e executar as atividades, também apontam os desafios, possibilidades e contribuições que a envolvem e que são importantes de serem discutidas, como será feito no tópico seguinte.

#### 1.4. Modelagem Matemática na Educação Básica: desafios, possibilidades e contribuições

O uso da Modelagem na Educação Básica tem indicado desafios para essa prática, mas também contribuições e possibilidades para sua implementação que se tornaram evidentes para nós durante os estudos de Modelagem. Delimitá-los nos possibilitará compreender sobre a avaliação do aluno nesse contexto.

As possibilidades de uso da Modelagem vêm corroborar tanto para amenizar os desafios quanto para oportunizar as contribuições e ainda satisfazer as demandas educacionais. O esquema abaixo (Figura 7) tenta representar como esses itens encontram-se relacionados.

Figura 7 Esquema que relaciona os desafios, possibilidades e contribuições da Modelagem Matemática na Educação Básica.



Fonte: da autora.

Na literatura encontramos possíveis contribuições ao se utilizar a Modelagem seja na sala de aula ou a partir de projetos em espaços extraclasse. Essas contribuições não se restringem somente aos estudantes, mas também aos professores e a escola e podem atender a uma demanda educacional, seja dos sujeitos envolvidos ou das propostas curriculares.

Porém, vários desafios rodeiam o uso da Modelagem e são determinantes para que ela aconteça ou não, ou se tenha sucesso nas atividades. Esses desafios são constituídos por obstáculos, dificuldades e limitações que também, de alguma forma, estão relacionados a uma demanda educacional que estudantes, professores e a escola precisam cumprir.

Nesse sentido, apresentaremos alguns dos desafios encontrados ao se desenvolver a Modelagem na Educação Básica na tentativa de apontar algumas possibilidades para esses desafios visando as contribuições desta “metodologia”. Consideramos como desafios da Modelagem os obstáculos, as dificuldades e resistências que tem sido discutidas por vários pesquisadores nesse campo de pesquisa: Silveira e Caldeira (2012), Magnus (2012), Ceolim e Caldeira (2013), Soares et. al. (2016).

A começar pela resistência dos estudantes à abordagem diversificada da Modelagem. Segundo Bassanezi (2006), os estudantes podem ficar indiferentes as aulas que fazem uso da Modelagem por estarem acostumados com a rotina do ensino tradicional.

Os alunos estão acostumados a ver o professor como transmissor de conhecimentos e quando são colocados no centro do processo de ensino-aprendizagem, sendo responsáveis pelos resultados obtidos e pela dinâmica do processo, a aula passa a caminhar em um ritmo mais lento” (BASSANEZI, 2006, p. 37).

Magnus (2012) e Silveira e Caldeira (2012) também constatarem que esta resistência está associada ao desinteresse dos estudantes no envolvimento das atividades, pois com a Modelagem espera-se que o estudante seja “ativo no processo e precisará ler, interpretar e ‘construir’ seus conceitos matemáticos para resolver a problematização inicial” (MAGNUS, 2012, p. 93) enquanto estes estão acostumados a serem mais passivos.

Assim, de acordo com Almeida, Silva e Vertuan (2012), as atividades precisam ser tomadas como um “convite” que vai se confirmando durante as experiências, o que sugere a realização da Modelagem de forma gradativa para que os estudantes possam se familiarizar, possibilitando que desenvolvam uma “habilidade de fazer modelagem”. Assim como a formação do professor para implementação da Modelagem necessita de atenção, a formação do estudante para atuar nesse tipo de atividade também é importante (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Na literatura, sobretudo nas perspectivas de Modelagem que abordamos, o trabalho em grupo ficou evidente no desenvolvimento das atividades. Porém, os estudantes podem não estar acostumados a trabalharem em grupos ou não sabem como agir nessa dinâmica. Conduzir os estudantes para que compreendam e desenvolvam o trabalho cooperativo pode trazer contribuições significativas para as atividades de Modelagem e para aprendizagem dos conceitos trabalhados, pois ao compartilhar os mesmos interesses e objetivos, os membros do grupo criam uma interação para discutir diferentes estratégias e soluções do problema (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Outro aspecto que pode vir a causar o desinteresse é quando o tema escolhido não é motivador para alguns estudantes. Prane (2015) aponta que apesar dos estudantes escolherem um tema de seu interesse, essa escolha não é democrática, pois o professor impõe limites e controla os estudantes para que sejam conduzidos a temas e problemas que serão mais viáveis para ele em se trabalhar.

Para que a desmotivação dos estudantes não se torne um problema para o desenvolvimento das atividades, Biembengut e Hein (2011) sugerem que cada membro do grupo faça uma leitura sobre o assunto escolhido e reúnam-se, após o período de uma semana, para reflexão do tema que guiará o trabalho.

Burak (2005) defende que o interesse dos estudantes ou do grupo seja ponto de partida, pois o processo de ensino é compartilhado entre os sujeitos envolvidos. Nesse sentido, a Modelagem se torna uma alternativa possível

porque vem ao encontro das expectativas dos estudantes, quando favorece a interação com o meio ambiente e os problemas se desenvolvem a partir do cotidiano dos alunos, uma vez que está embasada fundamentalmente no interesse do aluno ou do grupo (BURAK, 2005, p. 10-11).

Apesar dessas dificuldades e obstáculos, vários são os argumentos favoráveis para incluir a Modelagem no ensino de Matemática. Bassanezi (2006) aponta seis argumentos, sendo:

- a) Argumento formativo: as aplicações matemáticas e a performance da modelagem matemática como processo de desenvolvimento da capacidade em geral e de atitudes tornam os estudantes exploradores, criativos e habilidosos na resolução de problemas;
- b) Argumento de competência crítica: preparação dos estudantes como cidadãos atuantes, desenvolvendo competências para criar opiniões próprias e compreender exemplos e aplicações da matemática na vida real;
- c) Argumento de utilidade: prepara o estudante para utilizar a matemática como ferramenta de resolução de problemas em diversas situações e áreas;
- d) Argumento intrínseco: fornece um rico arsenal para a compreensão e interpretação da própria matemática em todas suas partes;
- e) Argumento de aprendizagem: o estudante compreende melhor os argumentos matemáticos, memoriza os conceitos e resultados a partir dos processos aplicativos e valoriza a própria matemática;
- f) Argumento de alternativa epistemológica: a modelagem se enquadra na Etnomatemática proposta por D'Ambrósio atuando como uma metodologia alternativa às diversas realidades socioculturais.

Direcionaremos o foco dos desafios relacionados aos estudantes para discutir alguns que são enfrentados pelo professor ao assumir essa prática em suas aulas.

Bassanezi (2006) aponta que os professores não se sentem capazes em desenvolver a Modelagem em suas aulas pela insegurança diante do surgimento de situações inesperadas e complicadas referentes as aplicações matemáticas em áreas desconhecidas. Isso porque

A presença da modelagem na escola representa desafios para os professores, pois as aulas de Matemática apresentam uma dinâmica diferente, já que acontecerão diversos caminhos propostos pelos alunos para a resolução do problema. Com isso, não há a previsibilidade do que ocorrerá nas aulas na utilização deste ambiente de aprendizagem movendo os professores para uma zona de risco (OLIVEIRA; BARBOSA, 2011, p. 267-268)

Por não saber quais serão os encaminhamentos dos estudantes na formulação e resolução do problema e por não se ter mais um cronograma definido, o apoio do livro didático e das listas de exercícios, o professor pode se sentir inseguro.

A falta de conhecimento do professor sobre o processo de Modelagem tem sido uma dificuldade para sua adoção nas aulas. Um dos motivos, em concordância com Ceolim e Caldeira (2013), é que poucos cursos de licenciatura no Brasil ofertam a disciplina de Modelagem na perspectiva da Educação Matemática e que as pesquisas realizadas nesse campo não chegam aos professores da Educação Básica de maneira significativa. Além disso, os cursos de formação não são suficientes para o aprofundamento teórico e prático da Modelagem devido a carga horária reduzida. Esses argumentos indicam que a formação inicial e/ou continuada fragilizada do professor se torna um obstáculo diante da Modelagem.

Pesquisas têm mostrado que muitos professores “ainda que anunciem um discurso manifestando o desejo de ingressar em um ambiente desconhecido, suas práticas não revelam essa intenção” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 24) e quando optam por utilizar a Modelagem preferem manter uma posição mais cômoda, optando por situações conhecidas e que o nível de “imprevisibilidade” em relação as atividades seja menor. Trabalhar próximo ao previsível pode ser uma possibilidade de iniciar a inclusão da Modelagem nas aulas e adquirir segurança e experiência, desde que aos poucos o professor incorpore em seu trabalhos situações diversas e mais desafiadoras.

Outra dificuldade que se mostra é a disponibilidade do professor em dedicar-se ao trabalho com a Modelagem. Magnus (2012) identificou em sua pesquisa que a falta de tempo justificada pelos professores está relacionada ao tempo que o professor tem disponível para suas

aulas, a sua carga horária e ao currículo escolar. O uso da Modelagem exige do professor uma preparação maior, pois ele necessita buscar ou produzir materiais além de estudar a área ou tema a ser investigados pelos estudantes. O número de aulas para execução das atividades também tende a ser maior.

Soares et al. (2016) destaca como desafios a serem superados pela escola em relação ao uso da Modelagem a preocupação em cumprir os programas preestabelecidos, a intervenção na liberdade de ação docente na sala de aula, a ênfase no ensino tradicional, a cobrança na preparação para os vestibulares e avaliações externas, a falta de apoio ao professor e a estrutura escolar. De acordo com Silveira e Caldeira (2012), quando os professores fazem uso da Modelagem, além da cobrança dos pais pelas ausências de tarefas, os estudantes acreditam não estar aprendendo devido à ausência das listas de exercícios e do livro didático.

Almeida, Silva e Vertuan (2012) pressupõe que a inclusão da Modelagem no currículo escolar e/ou nas aulas de Matemática necessita invocar aspectos de aplicação e Modelagem para auxiliar na introdução de conceitos matemáticos. Do mesmo modo, conceitos e métodos matemáticos podem ser utilizados para a realização de atividades de aplicação e modelagem. Outra alternativa proposta pelos autores é desenvolver atividades de Modelagem em horários e espaços extraclasse, que podem ser feitas a partir de projetos, sem alterar as aulas regulares da disciplina.

Torna-se importante buscar diferentes possibilidades de criar, organizar e conduzir as atividades de Modelagem na sala de aula, sempre planejando cada passo e tendo em mente os objetivos a serem alcançados. Logo, concordamos com Kato (2008, p. 679) que a Modelagem Matemática “requer uma avaliação diagnóstica, processual e dos resultados, procurando identificar entre outros o que o aluno conhece, quanto conhece e quais significados ele atribui à esses conhecimentos”.

No próximo capítulo, nos dedicaremos a compreender a avaliação do estudante no contexto da Modelagem. Para isso, buscaremos reforços na literatura sobre avaliação escolar e avaliação nas aulas de Matemática.

## 2 AVALIAÇÃO NO CONTEXTO EDUCACIONAL

Este capítulo propõe trazer discussões a respeito da avaliação no âmbito escolar. Tais discussões foram realizadas tendo como base a tríade “o que é”, “por quê” e “como” avaliar. Assim, são apresentadas diferentes perspectivas e concepções de avaliação e suas respectivas ações e direcionamentos na prática educativa.

Por esta pesquisa incidir no campo de pesquisa da Educação Matemática, abrangendo questões referentes as práticas pedagógicas de ensino e aprendizagem de Matemática, retrata-se também a avaliação nesta disciplina, evidenciando o que tem sido proposto pela comunidade acadêmica e orientações curriculares e como realmente ela tem sido feita.

Por fim, apesar de ser uma temática pouco discutida na literatura, apresenta-se alguns apontamentos existentes sobre a avaliação em Modelagem Matemática.

### a. Avaliação da aprendizagem escolar

Avaliar faz parte da natureza humana. Em diversas situações, a avaliação se constitui como uma atividade de reflexão para tomada de decisões. O termo “avaliar” é carregado de sinônimos, o que permite conceber esse ato em diferentes práticas e contextos. Segundo o dicionário Houaiss, avaliar significa “estabelecer o valor ou o preço de”, “determinar a quantidade de; contar”, “pensar ou determinar a qualidade, a intensidade”.

De acordo com Hadji (1994), avaliar consiste em analisar uma situação e as prováveis consequências dos atos que a envolvem. Nesse sentido, “o essencial da avaliação reside numa relação entre o que existe e o que era esperado, entre um dado comportamento e um comportamento alvo, entre uma realidade e um modelo ideal” (HADJI, 1994, p. 30).

Por envolver expectativas e a busca pelo ideal, a avaliação carrega consigo uma subjetividade, pois

Ao fazer juízo visando a uma tomada de decisão, o homem coloca em funcionamento os seus sentidos, sua capacidade intelectual, suas habilidades, sentimentos, paixões, ideais e ideologias. Nessas relações estão implícitos não só aspectos pessoais dos indivíduos, mas também aqueles adquiridos em suas relações sociais (VASCONCELLOS, 2009, p. 29).

O ato de avaliar é um processo intencional conduzido pela reflexão que sugere o planejamento e o estabelecimento de objetivos e, conseqüentemente, a definição de critérios

de avaliação. Tais critérios condicionam os resultados às finalidades previamente estabelecidas para qualquer prática, seja educativa, social, política ou outra (CARMINATTI; BORGES, 2012).

Dentre as diversas práticas nas quais o ato de avaliar se encontra, destaca-se a prática educativa. Segundo Vasconcellos (2009), enquanto as avaliações realizadas pelo homem não seguem um sistema avaliativo padrão, as avaliações do cotidiano escolar são sistematizadas, apoiando-se em pressupostos teóricos e apresentando complexidade e objetivos específicos. Para Chueri (2008, p. 52), a avaliação consiste em

uma atividade técnica, realizada com base em um modelo teórico de mundo, ciência e educação, que ocorre por meio de uma relação pedagógica que envolve intenções de ações, com o objetivo em condutas, atividades e habilidades dos sujeitos envolvidos.

Nesse sentido, a avaliação da aprendizagem escolar se apresenta como um componente indispensável para e nas práticas pedagógicas por aferir o comportamento, as ações e as capacidades, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento dos sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

Embora o discurso (principalmente político) da avaliação<sup>12</sup> esteja centralizado na busca pela qualidade, ela tão pouco garante tal condição, podendo ser objeto de fracasso e exclusão. Isso porque

A prática avaliativa é uma das formas mais eficientes de instalar ou controlar comportamentos, atitudes e crenças entre os estudantes, podendo ser positivas ou destrutivas de suas possibilidades de desenvolvimento, pelo poder que encerra e pela importância que tem enquanto mecanismo de inclusão ou exclusão social, através das marcas burocráticas e legais impregnadas na sua utilização (MENDES, 2005, p. 179)

Dessa forma, reconhece-se o papel da avaliação como instrumento de pressão e controle, na qual se encontram implícitos os objetivos escolares, os valores e normas sociais e os interesses políticos e econômicos, a fim de sustentar o “paradigma educacional<sup>13</sup>” (CARMINATTI; BORGES, 2012).

Segundo Esteban (2002), a tarefa de controle assumida pela avaliação destina-se, principalmente, à necessidade de selecionar e excluir. Tal controle gera uma discriminação social por eleger somente os estudantes que são “capazes”. Avaliar, segundo Luckesi (2000), perpassa pelo acolhimento do educando como ele é, como se encontra, em suas ações,

---

<sup>12</sup> A partir daqui, o termo avaliação refere-se a avaliação da aprendizagem escolar.

<sup>13</sup> As autoras entendem por paradigma a concepção de Kuhn (1996, p. 21).

limitações e pensamentos, isto é, no seu jeito de ser. Por acolher, o ato de avaliar se torna um ato amoroso.

O ato de avaliar, por sua constituição mesma, não se destina a julgamento “definitivo” sobre alguma coisa, pessoa ou situação, pois que não é um ato seletivo. A avaliação se destina ao diagnóstico, e por isso mesmo à inclusão; destina-se à melhoria do ciclo de vida. Deste modo, por si, é um ato amoroso (LUCKESI, 2008, p. 180).

Logo, uma prática avaliativa que seleciona e exclui sugere um processo educativo nem tão pouco amoroso. Atualmente, a concepção de avaliação no contexto escolar tem sido reduzida a prática de provas e exames (CHUERI, 2008; FERNANDES; STRIEDER, 2010; HOFFMANN, 2005; LUCKESI, 2011; ROLDÃO; FERRO, 2015) que colocam o estudante a julgamento e, por conseguinte, à exclusão. O modo como a avaliação tem sido concebida e realizada na maioria das instituições educacionais

mobiliza um poder que está diretamente relacionado com a forma da organização escolar e suas relações com a sociedade em que se encontra inserida. Por isso, um dos desafios que se coloca é compreender a estrutura social capitalista em que vivemos e, a partir dela, a função social da escola, como um dos entraves para que aconteçam as grandes transformações e, especificamente as transformações das práticas avaliativas mais tradicionais (MENDES, 2005, p. 175).

Além disso, é necessário que o educador posicione a avaliação dentro do processo de ensino e aprendizagem, redefinindo o seu conceito e sua própria prática, para que seja capaz de “promover o movimento contínuo entre os territórios do saber e do não saber de seus alunos” (LIMA, 2006, p. 26).

Roldão e Ferro (2015) constatam que há uma separação de abordagem e concepção entre a prática do ensinar/aprender e a prática avaliar/classificar no contexto escolar. Isso porque tem-se considerado a avaliação como um momento a parte, no qual se faz uma “pausa” das aulas para avaliar, ilustrando que a mesma não terá consequências para as práticas de ensino.

De acordo com Carminatti e Borges (2012), o processo de aprendizagem e a avaliação não devem ser construídos de maneira isolada, diferentemente do que identifica-se nas atuais práticas educacionais em que o processo avaliativo não tem sido considerado como parte do processo educacional, e sim, o seu produto final.

Com o objetivo de buscar melhorias nos resultados escolares, as práticas avaliativas têm se distanciado da dimensão didática e do desenvolvimento curricular, sem fundamentação em uma análise dos processos de ensino-aprendizagem, conferindo à avaliação

um fim em si mesma (ROLDÃO; FERRO, 2015). De nada adianta defender ou utilizar uma teoria/prática de ensino e não repensar e realizar a avaliação da aprendizagem com o mesmo olhar.

A avaliação é uma atividade isenta de neutralidade. Além de carregar os interesses políticos, sociais econômicos, escolares e curriculares, ainda sustenta-se em uma concepção de educação. Nessa perspectiva, um elo coerente entre concepção de educação, prática educativa (a desejada e a efetivada) e avaliação deve ser estabelecido (CARMINATTI; BORGES, 2012).

Hoffmann (2009) aponta que há uma reprodução, por parte dos professores, do modelo de avaliação vivenciado pelos mesmos. Essa reprodução pode estar associada ao receio em se utilizar modelos “diferenciados e inovadores”, pela segurança em executar o modelo já conhecido e que “dá certo” ou pela escassez de conhecimento, formação e reflexão da prática avaliativa.

Para uma possível mudança desse quadro é necessário que a temática da avaliação seja estudada e colocada em debate sob uma perspectiva emancipadora, na qual permita uma reflexão teórica de educadores em formação e já formados sobre as formas avaliativas e a busca da compreensão das consequências desse tipo de avaliação com estudantes e outros educadores, através de leituras e discussões (FERNANDES; STRIEDER, 2010). Portanto, “não será através de normas e determinações que o professor irá mudar, mas tornando-se consciente do sentido de determinadas posturas avaliativas através de muitas leituras e discussões com outros educadores” (HOFFMANN, 2005, p. 72).

A atenção voltada para questão da formação do professor em relação a avaliação é indispensável, mas não suficiente para gerar transformações na prática avaliativa. Isso porque o professor encontra-se inserido em uma determinada organização escolar e em um contexto social, político e educacional, na qual sua prática é influenciada e limitada para atender as expectativas e exigências dessas esferas.

Assim como toda a educação, a concepção de avaliação passou por mudanças, reflexo de um processo histórico. Chueiri (2008) ressalta que a avaliação tem relação estrita com as concepções pedagógicas e que diferentes concepções de ensino e de avaliação convivem em um mesmo contexto escolar. O autor identificou quatro vertentes: examinar para avaliar; medir para avaliar; avaliar para classificar e regular; e avaliar para qualificar.

A primeira vertente, examinar para avaliar, refere-se a prática dos exames escolares que foram utilizadas a partir do século XVI, no que convencionou-se chamar de

“Pedagogia Tradicional”<sup>14</sup> e que continuam presente nas escolas. Isso porque, conforme Luckesi (2008), a prática de acompanhar a avaliação da aprendizagem do estudante foi denominada, historicamente, por “avaliação da aprendizagem escolar”, porém continuamos a praticar “exames”.

Os exames escolares, de acordo com Luckesi (2011), tem sua centralidade no produto final, de modo a certificar o desempenho escolar dos estudantes sem interesse no processo. Por isso, além de julgar, aprovar ou reprovar, os exames são pontuais, classificatórios, seletivos e antidemocráticos.

Tal prática não contribui para o crescimento, superação e a construção de novos saberes, pois “a avaliação do resultado, o modo como os enunciados são interpretados, mais que o próprio conhecimento, é que define, ou condiciona, a continuidade do processo de ensino aprendizagem (ESTEBAN, 2002, p. 30).

Luckesi (2011) reconhece que há situações nas quais os exames são úteis, principalmente quando necessita-se de uma certificação do conhecimento ou uma classificação, no caso de concursos. Porém, “a avaliação, por ser avaliação, está a serviço do movimento de construção de resultados satisfatórios, bem sucedidos, diferente dos exames que estão a serviço da classificação” (LUCKESI, 2011, p. 198).

A segunda vertente que consiste em medir para avaliar, surge nos Estados Unidos a partir do Século XX com os estudos de testes educacionais para medir habilidades, aptidões e comportamento. Nesse período, a avaliação no contexto educacional recebe contribuições da Psicologia, no que se refere aos testes psicológicos e aos estudos sobre Psicologia Comportamental na aprendizagem (CHUEIRI, 2008). Tal vertente fundamenta-se em uma Pedagogia Tecnicista e considera que aprendizagem pode ser quantificada e, conseqüentemente, medida.

Nessa perspectiva, quando o estudante é “avaliado” a partir de testes, atribui-se uma “nota” para o seu desempenho com referência em um padrão de medida definido. De acordo com Hoffmann (2005), esse tipo de teste tem por finalidade comparar o resultado do estudante em relação ao grupo e selecioná-lo, utilizando a estratégia de aprovação e reprovação.

---

<sup>14</sup> De acordo com Saviani (1987), o termo “pedagogia tradicional” foi introduzido no final do século XIX com o início do movimento renovador no intuito de marcar as novas propostas que começaram a ser veiculadas, classificando como “tradicional” a concepção até então dominante. A pedagogia tradicional também denominada por pedagogia bancária, caracteriza-se pela passividade, transmissão de conteúdo, memorização, verbalismo, entre outros, e tem como função equalizar a sociedade, na tentativa de corrigir a marginalidade, sendo essa última associada a ignorância.

Usualmente, os testes de medida com referência a padrão ficam limitados a conter somente questões relativas a área do conhecimento, conduzindo à busca de respostas padronizadas dos estudantes a respeito do que foi “lecionado”. Eles ainda não permitem realizar uma interpretação das habilidades e competências desenvolvidas pelo estudante acerca do que foi estudado. A grosso modo, não garantem comprovar se houve aprendizado ou não. Isso se deve ao fato que “os instrumentos elaborados no decorrer da rotina instrucional nem sempre partem da especificação de objetivos estabelecidos anteriormente ao processo instrucional (HOFFMANN, 2005, p. 141).

Hoffmann (2005) propõe a substituição dos testes de medida com referência a padrão para os com referência a critério. Esse último difere-se do primeiro por ter a finalidade em interpretar o desempenho individual do estudante, sem compará-lo ao grupo. O acompanhamento do processo se torna importante para estabelecer as orientações pedagógicas caso se observem dificuldades e também compreender o que e como o estudante compreendeu determinado assunto da área de conhecimento. Logo,

A perspectiva das medidas com referência a critério constitui-se num dos fundamentos teóricos à prática avaliativa mediadora, porque a finalidade dessas medidas é justamente o acompanhamento da aprendizagem do aluno (concepção formativa) a partir de tarefas menores, sucessivas e gradativas em todos os momentos do processo educativo (HOFFMANN, 2005, p. 142).

Na terceira vertente, avaliar para classificar e regular, predomina-se a avaliação caráter classificatório que além de basear-se em comparações, legitima a competitividade “incentivada por um modo de vida de uma sociedade que valoriza a competição” (BURIASCO, 2000, p. 158).

Na visão classificativa, a “avaliação” parte da comparação para classificação seja em relação à aprendizagem do estudante, de uma escola ou sistema de ensino. Essa prática sugere que o estudante tenha sua aprendizagem classificada quantitativamente pela “nota”, a partir de exames e testes, e obedecem uma “norma de excelência”, que de acordo com Perrenoud<sup>15</sup> (1999) apud Carminatti e Borges (2012) é estabelecida de maneira absoluta pelo professor ou pelos melhores estudantes. Há ainda uma classificação por pares excludentes como: bom/mau, forte/fraco, capaz/incapaz, entre outros, que “possibilita a delimitação dos lugares dos estudantes na escola, seus limites e possibilidades de aprendizagem” (CHUEIRI, 2008, p. 61).

---

<sup>15</sup> PERRENOUD, P. Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens - entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999.

A avaliação em seu aspecto classificativo possui uma função tradicional de certificação, com a finalidade de verificar se houve a aquisição do conhecimento ao final de uma unidade de estudos, de ano letivo, ou de nível de ensino, nesse último sob a garantia fornecida pelo diploma (CHUEIRI, 2008).

Nesse sentido, cabe destacar a avaliação somativa que apoia-se em uma lógica ou concepção classificatória de avaliação. Além de caracterizar-se por ocorrer ao final de uma etapa para verificar se o estudante aprendeu, a avaliação somativa encontra-se relacionada “mais ao produto demonstrado pelo aluno em situações previamente estipuladas e definidas pelo professor, e se materializa na nota, objeto de desejo e sofrimento dos alunos, de suas famílias e até do próprio professor” (SORDI, 2001, p. 173). Tal modelo, segundo a autora, além de somativo é baseado em um padrão de melhor desempenho que define a classificação. Esta última, só ganha sentido se adquire algum valor de uso, a partir da comparação e hierarquização.

Sobre a avaliação somativa, concordamos com Santos (2016), que ela utiliza-se do ato de avaliar para realizar uma síntese da aprendizagem. O levantamento de informações sobre o que o estudante aprendeu e é capaz de fazer num certo momento, além de contribuir para orientar, selecionar, certificar e hierarquizar, é destinado às entidades externas, responsáveis pela educação, à comunidade escolar (professores e direção escolar) e à sociedade (mercado de trabalho). “É uma avaliação caracterizada por uma dimensão social” (SANTOS, 2016, p. 640).

Roldão e Ferro (2015) alegam que as avaliações classificativas também fornecem uma certificação para regular o desempenho escolar dos estudantes. Embora o professor e a escola disponham de certa autonomia, o Governo tem sua responsabilidade de garantir a qualidade das instituições e sistemas de ensino, sejam públicos ou privados, sem agredir sua autonomia. (DEPRESBÍTERIS, 2000, p. 138). Logo, as avaliações externas ou de larga escala que são organizadas, elaboradas e realizadas por agentes externos à instituição escolar, tornam-se um dos instrumentos de supervisão e controle das escolas e dos processos de ensino e aprendizagem.

O Governo, a partir das orientações oficiais como os PCN e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e os órgãos destinados à avaliação dos processos educativos como Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), apresentam indicadores que definem as competências e habilidades que necessitam ser avaliadas ao final das etapas da escolaridade básica, além de averiguarem a qualidade do ensino.

Tais orientações também advêm de órgãos internacionais, como a Organização para Cooperação Desenvolvimento Econômico (OCDE) que se utiliza de avaliações para estabelecer padrões de desempenho que possam ser utilizados como referência para instituir metas e diretrizes a serem executadas por cada país em seu sistema educacional. Essas avaliações são realizadas pelo *Programme for International Student Assessment (PISA)*<sup>16</sup> - Programa Internacional de Avaliação de Alunos.

O PISA é coordenado pela OCDE sob responsabilidade nacional do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e avalia de forma comparada e amostral estudantes na faixa etária dos 15 anos, matriculados a partir do 8º ano do Ensino Fundamental. O Programa visa subsidiar as políticas de melhoria do ensino básico a partir da produção de indicadores para a qualidade da educação nos países envolvidos, verificando como as escolas estão preparando os jovens para atuação em sociedade. Sua periodicidade é de três anos e contempla as áreas de Leitura, Matemática e Ciências.

Além de verificar as competências relacionadas as áreas de ensino, o PISA coleta informações de estudantes, professores e escolas, a partir da aplicação de questionários, com a finalidade de criar indicadores que relacionem o desempenho dos estudantes e as variáveis demográficas, socioeconômicas e educacionais. Os resultados podem ser utilizados pelos governos dos países participantes como parâmetros para definição e melhoramento de políticas educativas.

Os resultados do Pisa tem apontado que o desempenho geral e nas áreas específicas no que se refere a educação brasileira tem sido inferior se comparado ao de outros países em desenvolvimento, porém vem apresentando um crescimento regular. Tais resultados são influenciados por diversos fatores, como a heterogeneidade de cultura, sociedade e economia de aproximadamente 60 países. É preciso rever a proposta de avaliação internacional que atenda esse problema e realizar pesquisas voltadas para discussões e qualificação do processo (ARAUJO, 2013)

Outro aspecto que identifica-se é a concepção de letramento do PISA, voltada para uma perspectiva globalizada, a fim de privilegiar a formação cidadã para atuação no mercado de trabalho. Nesse caso, a avaliação teria como finalidade atender “aos propósitos de qualificação de mão-de-obra dos países em desenvolvimento que favoreçam a migração desses jovens para países desenvolvidos que não possuem operários para assumir funções mais vinculadas a trabalhos braçais (ARAUJO, 2013, p. 10).

---

<sup>16</sup> As informações referentes ao programas, sistemas e exames avaliativos que serão mencionados foram extraídas do site do INEP: <http://portal.inep.gov.br> Acesso em 23 de maio de 2017

O SAEB é um sistema de avaliação que busca diagnosticar a educação básica brasileira e fornecer indicativos de qualidade do ensino ofertado, além de identificar fatores de interferência no desempenho estudantil. As informações produzidas pelo levantamento de dados auxiliam na formulação, reformulação e monitoramentos das políticas públicas a nível municipal, estadual e federal a fim de garantir a qualidade, equidade e eficiência do ensino.

O sistema é constituído por um conjunto de três avaliações: a Avaliação Nacional da Educação Básica (ANEB), que produz resultados de desempenho e investiga a equidade e eficiência do ensino a partir da aplicação de questionários; a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (ANRESC), conhecida como Prova Brasil, que avalia as habilidades em Língua Portuguesa (ênfase na leitura) e em Matemática (ênfase na resolução de problemas); e a Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA), que analisa os níveis de alfabetização e letramento em Língua Portuguesa (leitura e escrita) e Matemática.

Bauer e Silva (2005) apontam que alguns estudiosos têm criticado a divulgação dos resultados do SAEB, seja os relacionados ao desempenho dos estudantes ou às análises dos questionários aplicados, por trazerem poucas informações que possam subsidiar as práticas pedagógicas devido sua complexidade e tecnicismo.

Ainda sobre os resultados do SAEB, Ortigão (2008) destaca que apesar de revelarem as desigualdades entre as condições das escolas frequentadas por estudantes de diferentes origens sociais, econômicas e étnicas no que se refere ao desempenho, evidencia-se melhoras significativas nos indicadores educativos relacionados a democratização e universalização da escola.

O ENEM, por sua vez, tem por objetivo avaliar o desempenho escolar e acadêmico de estudantes concluintes do Ensino Médio e também proporcionar uma auto avaliação para os estudantes que ainda não finalizaram esse nível de ensino, os chamados treineiros. Os estudantes que realizam o ENEM tem a oportunidade de se candidatar a vagas em instituições públicas de ensino superior a partir do Sistema de Seleção Unificada (SISU). A classificação às vagas ofertadas é feita de acordo com a média da nota obtida no exame.

Assim como os vestibulares, o ENEM também reorienta o Ensino Médio, em termos de currículo, de modalidades de ensino-aprendizagem e de professores (Luckesi, 2011). Porém, o ENEM tem sido cada vez mais utilizado como um recurso de ranqueamento das escolas do que a transformação do Ensino Médio. É possível constatar isso a partir das propagandas que escolas particulares e públicas fazem baseadas nos desempenhos que os seus estudantes tiveram no exame. Conforme Luckesi (2011, p. 43),

[...] o ranqueamento é uma decisão política e, portanto, externa à avaliação. O MEC pode fazer a avaliação e atribuir pontos qualitativos às diversas escolas sem ter de produzi-lo. Somos do parecer que o ranqueamento não muda a qualidade do investimento na escola brasileira, mas possibilita que instituições de ensino médio o usem como recurso midiático, o que a nosso ver, distorce o verdadeiro sentido da avaliação.

Nesse sentido, há uma preparação dos estudantes em que são treinados para os exames em uma abordagem tecnicista e sem conhecimento pedagógico para que os estudantes menos bem sucedidos e seus professores e escolas não sejam excluídos (ROLDÃO; FERRO, 2015, p. 575).

A concluir, regular a partir de uma avaliação classificatória é reforçar sutilmente uma ideologia de configuração social que

Além de ajustar os indivíduos em seus lugares, pois ao serem submetidos a esse tipo de avaliação, os alunos são treinados a aceitar o controle, os julgamentos, as recompensas e as punições como naturais, assim como naturais são as divisões da sociedade em que se encontram inseridos (MENDES, p. 77, 2005)

A quarta e última vertente, avaliar para qualificar, surge como resposta às concepções tecnicista e quantitativa a partir da década de 1960. Devido as diversas críticas aos modelos e práticas de avaliação realizados, desenvolveram-se enfoques de avaliações alternativos, baseados em pressupostos teóricos, epistemológicos e éticos distintos.

Os exames e testes em uma perspectiva quantitativa não eram capazes de fornecer informações suficientes para que os professores pudessem compreender o que e como os estudantes aprenderam. Segundo Esteban (2002), a avaliação qualitativa volta-se para a compressão do processo de aprendizagem dos estudantes, rompendo com a ênfase na interpretação quantitativa dos resultados.

No que tange as práticas pedagógicas, de acordo com Demo (2005), a avaliação em uma concepção qualitativa considera o processo mais importante do que o produto e ainda busca transcender a avaliação quantitativa, sem dispensá-la. A manipulação da avaliação qualitativa se torna complexa devido a um tratamento mensurável da realidade existente na tradição científica, principalmente nas ciências dito “duras” e que foram apropriadas pelas ciências sociais.

Luckesi (2011) destaca que a avaliação do produto e a avaliação de acompanhamento possui concepções distintas, mas são semelhantes por se dedicarem a investigar a qualidade do objeto de estudo. Enquanto a primeira, denominada também por avaliação de certificação, é utilizada para avaliar a qualidade do objeto já construído, a segunda,

além de investigar a qualidade, assume o objeto em seu processo de construção e fornece subsídios, se necessário, para uma intervenção em prol da melhoria dos resultados.

Avaliar o produto e avaliar o acompanhamento são práticas necessárias para avaliação da aprendizagem, mas esta última deveria resumir-se a avaliação de acompanhamento, pois “com o intuito de saber se está aprendendo o suficiente e de forma adequada importa avaliar a qualidade dos resultados em andamento que vem obtendo, a fim de subsidiar a construção do resultado final satisfatório” (LUCKESI, 2011, p. 174).

A avaliação do acompanhamento pressupõe dois processos: o diagnóstico e a intervenção. Segundo Luckesi (2011), qualquer prática avaliativa é diagnóstica, isto é, avaliar é diagnosticar. O diagnóstico tem como finalidade fazer uma descrição da realidade, atribuindo-lhe uma qualidade. Ao diagnosticar, o professor identifica como o estudante se encontra em relação ao processo de construção do conhecimento, verificando seus avanços e dificuldades sem realizar qualquer tipo de punição ou classificação.

Concluído o diagnóstico, a avaliação somente estará completa após uma tomada de posição, que conduz, se necessário, a uma intervenção.

Um educador deve tomar decisões para a melhoria dos resultados da aprendizagem do educando segundo as determinações do projeto pedagógico assumido e o critério de qualidade que deve orientar a intervenção necessária deve estar embutido no planejamento da ação (LUCKESI, 2011, p. 292)

O ato de diagnosticar e intervir exige o diálogo entre os sujeitos envolvidos. Isso porque a avaliação não é um ato impositivo, mas um ato dialógico e construtivo (LUCKESI, 2000). Logo, uma perspectiva de avaliação mediadora contempla esse aspecto, já que a mesma caracteriza-se pelo acompanhamento reflexivo do processo de construção do conhecimento dos estudantes e pelo diálogo.

Parafraseando Hoffmann (2009), a qualidade na concepção de avaliação classificatória tem-se confundido com quantidade a partir da comparação com base em padrões preestabelecidos. Em contraposição, a qualidade em uma perspectiva mediadora de avaliação

significa desenvolvimento máximo possível, um permanente “vir a ser”, sem limites preestabelecidos, embora com objetivos claramente delineados, desencadeadores da ação educativa. Não se trata aqui, como muitos compreendem, de não delinear pontos de partida, mas, sim, de não delimitarmos ou padronizarmos pontos de chegada” (HOFFMANN, 2009, p. 31-32).

A ação avaliativa mediadora permite uma aproximação entre professor e estudante, em que o professor acompanha os estudantes em seus passos e resultados. Tal

acompanhamento é individual, pois trabalha-se com o aprendizado e as dificuldades de cada indivíduo, sem compará-lo ao coletivo. Durante o processo de aprendizagem, a exposição de ideias e as discussões entre os estudantes devem estar presentes, para que oportunizem o diálogo entre os sujeitos envolvidos a fim de promover a coordenação dos pontos de vista e a reorganização do saber (HOFFMANN, 2009).

De acordo com Hoffmann (2005), se não for possível desviar-se da ênfase em práticas avaliativas quantitativas (como os exames e testes) que ao menos sejam realizadas com reflexão, isto é, com uma postura mediadora na qual a interpretação esteja acima da correção ou da retificação de respostas erradas. Ainda em concordância com a autora, é o acompanhamento da aprendizagem do estudante e a postura mediadora do professor que favorecem uma avaliação formativa.

A avaliação formativa volta-se para “o processo de apropriação dos saberes pelo aluno, os diferentes caminhos que percorre, mediados pela intervenção ativa do professor, a fim de promover a regulação das aprendizagens, revertendo a eventual rota do fracasso e reinserindo o aluno no processo educativo” (SORDI, 2001, p. 174).

Nessa visão formativa, a avaliação necessita ocorrer de forma contínua, durante o processo de ensino e aprendizagem, exigindo o envolvimento entre o professor e estudante, para que ambos possam estar cientes das dificuldades, propor ações de superação e repensar outros caminhos (MENDES, 2005).

Diante disso, para que a avaliação formativa seja capaz de oportunizar o ensino e a aprendizagem é necessário também que ocorra a autoavaliação, que consiste em uma avaliação realizada pelo próprio sujeito, seja professor ou estudante. A autoavaliação permite ao professor analisar sua prática docente, reconhecer os pontos positivos e negativos e as decisões a serem tomadas diante deles. Aos estudantes, a autoavaliação promove uma avaliação de sua própria aprendizagem, condutas e atitudes, tendo em vista os critérios de avaliação e o que se espera deles, tomando consciência de seus erros e a superação dos mesmos. (PEDROCHI JUNIOR, 2012). Nesse sentido, a autoavaliação proporciona e amplia a responsabilidade dos estudantes perante o processo de ensino e aprendizagem.

É relevante destacar que a autoavaliação não é um instrumento de coleta de dados exclusivo da avaliação formativa. Ela também pode predominar nas práticas avaliativas voltadas para examinar, medir e classificar, em que o estudante realiza sua autoavaliação atribuindo uma nota ou conceito.

O conceito de avaliação formativa, de acordo com Roldão e Ferro (2015) tem sido corrompido quando colocado em prática. Isso porque tem-se considerado vários momentos

curtos de avaliação como “avaliação formativa”. Perrenoud (1999) apud Carminatti e Borges (2012) destaca que nas práticas de avaliação, as concepções formativa e somativa convivem, mas não são necessariamente excludentes. A diferença está na posição que o professor assume diante delas.

Segundo Santos (2008), o processo que envolve todo o ato avaliativo inclui etapas que não necessariamente precisam ser linear ou sequencial: uma tomada decisão, que diz respeito à intencionalidade do processo avaliativo escolhido; a coleta de informações; a interpretação da informação coletada; e o desenvolvimento de uma ação fundamentada na interpretação. A diferenciação entre as modalidades de avaliação está na função (ou funções) para qual foi escolhida e realizada.

O procedimentos que cercam o ato avaliativo pressupõe a utilização de instrumentos, como as provas, testes, tarefas, apresentações, questionários, redação, observação, entre outros, que usualmente são denominados de “instrumentos de avaliação”. Porém, tal denominação sugere que o ato de avaliar já foi concluído ao utilizar determinado instrumento (LUCKESI, 2011).

Os instrumentos de coleta de dados existentes e utilizados dentro e fora das escolas para a avaliação tem sido considerados como “tradicionalis” e, conseqüentemente, sem sentido para prática educativa. Seja para o ato de avaliar ou de examinar, cada um deles possui sua utilidade e finalidade, restando observar se os mesmos se adequam aos objetivos estabelecidos e a metodologia (LUCKESI, 2011).

De acordo com os PCN, os conteúdos a serem desenvolvidos na prática escolar podem ser abordados não somente em sua natureza conceitual, que tradicionalmente é a predominante, mas também em sua natureza procedimental e atitudinal.

O ensino dos conteúdos em sua natureza conceitual volta-se para sua compreensão científica, visando a construção ativa das capacidades intelectuais necessárias para a representação da realidade a partir da manipulação de símbolos, signos, ideias e imagens. (BRASIL, 1998).

Diretamente relacionada a esse aspecto encontra-se a abordagem dos conteúdos em sua natureza procedimental que “envolve tomar decisões e realizar uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta (BRASIL, 1998, p. 76)”. Logo, encontra-se sempre presente nas práticas de ensino, pois implicam na realização de ações em sala de aula, como uma pesquisa, a construção de uma maquete ou a elaboração de um resumo.

Já os conteúdos em sua natureza atitudinal, referem-se as atitudes, valores e normas relacionados ao conhecimento escolar. Ela pressupõe a reflexão de diversas situações

concretas promovendo valores e atitudes diante do conhecimento, da disciplina, da comunidade escolar e da sociedade. O ensino e aprendizagem de atitudes requer um posicionamento do que e como ensinar tendo em vista que tipo de cidadão pretende se formar (BRASIL,1998).

Diante disso, os PCN apontam que a avaliação deveria refletir de maneira equilibrada as três naturezas de conteúdo, tornando-as objeto de aprendizagem para direcionar as práticas de ensino. Porém, conforme Santos Guerra apud Esteban (2002), a avaliação dos conceitos, procedimentos e atitudes tem sido reduzida num conceito ou número.

É fundamental a utilização de diferentes instrumentos para se avaliar as diferentes aprendizagens, o que implica que a avaliação acontece (ou ao menos deveria acontecer) de várias formas. Tendo em vista isto, Villas Boas (2004) destaca dois tipos de avaliação: a formal e a informal.

A avaliação formal, que utiliza como instrumentos de coleta de dados provas, exercícios e atividades geralmente escritas como resoluções de questões matemáticas, produções de textos ou pesquisas, ocorre de maneira planejada na qual há um agendamento das atividades com os estudantes e a divulgação dos conteúdos, objetivos e critérios de avaliação utilizados. A partir dela, o estudantes, professores e responsáveis tomam conhecimento do processo de ensino e aprendizagem, em que a avaliação recebe uma nota, conceito ou menção.

Já avaliação informal não é prevista, os estudantes não tem o conhecimento de que estão sendo avaliados e não há uma seleção de instrumentos prévios para coleta de dados, fazendo com que o professor lide com a espontaneidade e imprevisibilidade que surgem dos estudantes. Logo, o professor precisa estar preparado para receber todas as reações e registrá-las, tomando o cuidado de avaliar com responsabilidade, já que esse tipo de avaliação propicia um maior julgamento da sua parte. As informações oriundas da avaliação informal poderão ser incorporadas aos resultados da avaliação formal, podendo completá-las ou confrontá-las. Sobre esses dois tipos, Villas Boas (2004, p. 29) conclui que

Tanto a avaliação formal quanto a informal são importantes, devendo ser empregadas no momento certo e de maneira adequada. Precisamos avançar nosso entendimento sobre cada uma delas, a forma de desenvolvê-las, assim como precisamos saber articular os resultados obtidos por ambas. A relevância da utilização das duas está no fato de que o aluno demonstra sua aprendizagem em forma de diversas linguagens: escrita, oral, gráfica, estética e corporal etc. A avaliação formal é insuficiente para abranger todos os estilos de aprendizagem. A informal pode complementá-la (VILLAS BOAS, 2004, p. 29)

Em vista das diferentes vertentes, concepções de avaliação escolar é possível concluir que todas defendem de alguma maneira a importância do ato de avaliar na prática

educativa, no sentido de permitir ao professor o acompanhamento dos estudantes em relação a sua aprendizagem e realização de intervenções pedagógicas, caso seja necessário.

Em se tratando de avaliação em Matemática, isso não é diferente, visto que o avaliar nessa área “decorre de nossas convicções teóricas a respeito da matemática, da matemática escolar e do papel desse conhecimento na vida dos indivíduos (PAVANELLO; NOGUEIRA, 2006, p. 39). Assim, cabe trazer algumas considerações e reflexões a respeito da avaliação da aprendizagem em Matemática, visto que o cenário desta pesquisa perpassa por tal prática.

#### b. Avaliação em Matemática

A avaliação da aprendizagem em Matemática considera os objetivos gerais e específicos desta área do conhecimento. De acordo com os PCN, sua função contempla duas dimensões: uma pedagógica e outra social.

Em uma dimensão pedagógica, a avaliação é responsável por informar ao professor sobre a ocorrência da aprendizagem, oportunizando a revisão de conceitos e competências que ainda não foram consolidados pelos estudantes. Já em uma dimensão social, a prática avaliativa visa auxiliar os professores na identificação dos objetivos alcançados e no reconhecimento das capacidades matemáticas dos estudantes que lhes são necessárias para sua inserção no mercado de trabalho e na vida sociocultural. Os estudantes, por sua vez, são informados sobre o desenvolvimento das competências e capacidades matemáticas exigidas pela sociedade (BRASIL, 1998).

Portanto, é importante que as capacidades gerais que se espera dos estudantes durante o processo de aprendizagem estejam claras. A aquisição do conhecimento matemático é capaz de mobilizar diferentes capacidades que podem ser categorizadas como cognitivas, comunicativas e matecognitivas, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 Capacidades mobilizadas pela Matemática elencadas por Giménez (1997, p. 67).

CAPACIDADES	
Cognitivas	Identificação, seleção, interpretação, cópia, reconhecimento, representação, desenho, visualização, experimentação, classificação, imaginação, inferência, memorização, previsão, leitura em detalhe, reconstrução, organização, indagação, integração.
Comunicativas	Expressão oral escrita, explicação, desenho, representação, definição, comprovação, confirmação, resumo.
Metacognitivas	Criatividade, planificação, seleção de critérios, comparação, generalização, análise, síntese, discussão, reflexão, focalização, revisão, demonstração, conscientização, conceitualização, gestão de preferencias, autoregulação, negociação, maximização de recursos, auto-organização, afetividade, relevância, flexibilidade, desenvolvimento de autoconfiança.

Fonte: Lopes (2010, p. 142)

Deste modo, em concordância com Lopes (2010), é necessário buscar ações metodológicas que priorizem o desenvolvimento dessas diferentes capacidades, adequando-as às peculiaridades cognitivas dos estudantes. Isso implica também na busca por diversas formas de avaliação.

No entanto, o que se observa é que tradicionalmente a avaliação na prática pedagógica de Matemática tem se situado na realização de provas e testes escritos em um modelo formal, que prioriza a prática mecanizada de conceitos, algoritmos e conteúdos trabalhados pelo professor e na contabilização de erros, ao qual “o sucesso escolar do aluno está intrinsecamente ligado à exatidão de respostas das atividades avaliativas propostas pelo professor” (SANTOS; GONTIJO, 2015, p. 15).

Tal avaliação é caracterizada como somativa e classificatória (PAVANELLO; NOGUEIRA, 2006), o que confirma o caráter seletivo da Matemática que instaurou-se ao longo do tempo devido a reprodução de um paradigma pedagógico ao qual considera o conhecimento matemático como algo a ser descoberto, incontestável e acabado. Nessas condições, é esperado que tal concepção de Matemática não seja tolerante aos erros, visto que seu conhecimento, por ser considerado uma “verdade”, o que assegura sua certeza.

Assim, a prática do erro é considerada uma atitude incompetente e fracassada de se alcançar o conhecimento matemático e, por consequência, a Matemática adquire um status de inacessível e difícil devido a influência dessa visão no modo de se ensinar e avaliar, “tornando a aprendizagem de Matemática um privilégio de poucos e dos ‘bem dotados’ intelectual e economicamente” (FIORENTINI, 1995, p. 7).

Santos-Wagner<sup>17</sup> (1997, p.7-8) citado por Maciel (2003, p. 69) elencou alguns mitos que surgiram a partir dos resultados das avaliações no contexto da sala de aula, como

Todo problema de Matemática tem solução;  
 Todo problema de Matemática tem solução única;  
 As melhores soluções são sempre concisas;  
 Um bom aluno em Matemática é o que resolve com rapidez as situações propostas;  
 Um aluno que apresenta, inicialmente, dificuldades em Matemática não consegue superá-las e não consegue ter um aproveitamento bom nesta disciplina;  
 Somente os superdotados aprendem e gostam de Matemática;  
 A Matemática é um filtro social;  
 A Matemática é uma ciência exata;  
 Somente um aluno com boa capacidade de memorização consegue aprender Matemática; e  
 Professores e outras pessoas que dominam o conhecimento matemático são seres superiores.

Todos os mitos listados reforçam a seleção dos estudantes por sua competência e o distanciamento do aprender e fazer matemática”. Consequentemente, identifica-se um fracasso escolar em Matemática e um grande índice de reprovação nesta disciplina. Oliveira (2012) ao investigar as concepções e práticas avaliativas de professores de Matemática do Ensino Fundamental II constatou que esses professores têm associado o fracasso escolar em Matemática com a ausência de apoio dos responsáveis, a falta de interesse dos estudantes e a lacuna deixada pelas séries anteriores, descartando qualquer relação desse fracasso com a problemática do ensino de Matemática e as práticas avaliativas. Como alerta Buriasco (2000, p. 158): “uma avaliação mal conduzida pode ser, ela mesma, um dos fatores causadores do fracasso escolar”.

O fracasso escolar em Matemática também tem sido atribuído em grande parte às consequências do Movimento da Matemática Moderna no Brasil cujo vestígios encontram-se atualmente presentes nas práticas de ensino através da excessiva preocupação com a formalização e mecanização do processo (OLIVEIRA, 2012). A autora sugere como uma possibilidade para superação desse fracasso que professor e estudante, a partir de uma relação de dependência (horizontal) e não de submissão (vertical) considerem a Matemática como um conhecimento socialmente construído.

A reprovação em Matemática vem sendo contornada para cumprir as metas das políticas públicas educacionais, deixando à margem a aprendizagem e formação do estudante e a qualidade do ensino. Isso porque o que está em jogo é o quantitativo, principalmente em

---

<sup>17</sup> SANTOS-WAGNER, V. M. P. Avaliação de aprendizagem e raciocínio em matemática: métodos alternativos. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática, UFRJ, 1997, 224p.

relação aos recursos disponibilizados à escola, o que “obriga” uma aprovação em massa para série seguinte (OLIVEIRA, 2012).

Difícilmente a avaliação será uma oportunidade de aprendizagem em Matemática se a prática pedagógica ainda estiver centralizada na exposição e reprodução de conteúdos, visando a memorização e não a construção do conhecimento. Embora alguns professores busquem modificar suas práticas de ensino, suas concepções de avaliação ainda continuam baseadas em visão quantitativa e tradicional.

Logo, realizar mudanças nas práticas de ensino e avaliação em Matemática se torna uma tarefa difícil, pois diversos fatores como a concepção de Educação Matemática adotada, a formação do professor e sua jornada de trabalho, os resultados quantitativos exigidos pela administração escolar, a superlotação de estudantes por sala e a dificuldade de controle e acompanhamento e as exigências das avaliações externas como o PISA, Prova Brasil e ENEM.

Mesmo em uma avaliação tradicional<sup>18</sup> é possível ir além da resposta e considerar os erros dos estudantes (BURIASCO, 2004, PAVANELLO; NOGUEIRA, 2006). Para isso é necessário realizar um trabalho de observação e diálogo individual, desprendido de qualquer comparação com o grupo. Ao analisar os caminhos que levaram o estudante ao erro, o professor tem a oportunidade de compreender o raciocínio, o movimento de seu pensamento e suas dificuldades, podendo planejar uma intervenção para conduzi-lo a refazer esse caminho com um novo olhar (BRASIL, 1998).

Nesse sentido, a avaliação em Matemática precisa possibilitar a investigação, a análise e a discussão sobre como os estudantes interpretam os problemas, quais estratégias e procedimentos utilizam, e como comunicam matematicamente suas ideias (SANTOS; BURIASCO, 2016). Para tal, a avaliação precisa ser tomada como uma prática de investigação, exigindo do professor que ele tenha

[...] uma noção o mais precisa possível do que seus alunos sabem e são capazes de fazer, desse modo o professor pode, além de tomar decisões adequadas sobre sua prática escolar, contar com seus alunos como interlocutores na compreensão dos caminhos percorridos na busca da resolução da situação; o que contribui para melhorar a aprendizagem, na medida em que favorece a continuidade dela e a progressiva autonomia do aluno (BURIASCO 2004, p. 247).

---

<sup>18</sup> Consideramos por avaliação tradicional aquela que reduz o ato de avaliar em um instrumento, como a prova, teste ou questionário, cujo objetivo é verificar quantitativamente a aprendizagem do estudante para atribuir alguma nota ou conceito.

A avaliação como prática de investigação fornece uma visão mais ampliada do processo de aprendizagem de Matemática e deve evidenciar alguns aspectos relacionados ao desempenho e a produção matemática dos estudantes, como

- o modo como interpretou sua resolução para dar a resposta (BURIASCO, 2002);
- as escolhas feitas pelo aluno, na busca de lidar com a situação;
- os conhecimentos matemáticos que utilizou;
- se os alunos utilizam a matemática que é vista nas aulas;
- a forma do aluno se comunicar matematicamente, comprovando sua capacidade em expressar ideias matemáticas, oralmente ou por escrito, presentes no procedimento que utilizou para lidar com a situação proposta (BURIASCO, 2004, p. 247).

Para que a avaliação como prática de investigação oportunize a aprendizagem e auxilie na identificação dos aspectos acima mencionados, torna-se importante a utilização de diferentes instrumentos. Isso porque “os testes tradicionais, que são provas escritas, individuais, realizadas sem consulta e num período de tempo restrito, são insuficientes ou mesmo inadequados para avaliar a maior parte dos objetivos que hoje atribuímos aos currículos de Matemática” (ABRANTES, 1995, p. 17),

Porém, a utilização de outros instrumentos como a observação, os registros escritos, diários, portfólios, mapas conceituais, expressões orais não são por si só capazes de contemplar todos os objetivos pretendidos com o ensino de Matemática. Isso porque

Cada instrumento apenas evidenciará o domínio de cada estudante até aquele momento em que o instrumento foi aplicado. Logicamente, o que o aluno demonstrou não conhecer em um momento poderá explicitar conhecer em outro, daí a importância de considerar o tempo de aprendizagem de cada um (LOPES, 2010, p. 143)

É importante que os instrumentos sejam bem construídos e coerentes com o objetivos de ensino e com critérios de avaliação estabelecidos, pois um instrumento mal elaborado pode distorcer o processo de avaliação e desorientar o professor e os estudantes, já que toda ação avaliativa acaba por expressar um julgamento (LOPES, 2010, p. 144). Assim, a utilização de diferentes instrumentos só poderão fornecer subsídios para aprendizagem dos estudantes se estiverem desassociados dos processos quantitativos de avaliação.

Como mencionado anteriormente, a realização de mudanças nas práticas de ensino de Matemática é uma tarefa árdua e ascende muitas discussões no campo de pesquisa da Educação Matemática, que não cabem ser feitas neste momento. Concordamos com Ortigão (2008) que em alguns casos o professor não se encontra aberto para mudar por achar que os estudantes aprendem mais com o ensino tradicional. Mas ao mudar, ele pode se deparar com dificuldades, como avaliar tendo em vista esta nova prática. Diante disso, cabe destacar algumas

considerações sobre a avaliação em um tipo de prática de ensino e aprendizagem: a Modelagem Matemática.

c. Avaliação em Modelagem Matemática

Ao direcionar um olhar para literatura que discute a Modelagem na Educação Matemática, identifica-se uma lacuna no que se refere a avaliação da aprendizagem do estudante em atividades de Modelagem Matemática. Diversos autores que também dedicaram-se a essa observação (FIGUEIREDO; KATO, 2012, OLIVEIRA; KATO, 2017, TORTOLA; ALMEIDA, 2013, VELEDA; BURAK, 2016) apontaram que avaliação da aprendizagem tem sido pouco discutida nesse campo de pesquisa.

Consequentemente, percebe-se uma carência de possibilidades, instrumentos e/ou propostas de avaliação que sejam coerentes com as características de uma atividade de Modelagem. Segundo Tortola e Almeida (2013), as pesquisas de um modo geral fazem inferências sobre a aprendizagem dos estudantes a partir das ações e/ou manifestações por eles apresentadas, tendo em vista alguns critérios.

Biembengut e Hein (2011) defendem que para a realização da avaliação quando a Modelagem Matemática é utilizada como método de ensino, o professor precisa adotar uma teoria que lhe permita verificar o grau de aprendizagem do estudante. Essa avaliação pode ser feita a partir de dois aspectos: subjetivo e objetivos.

O aspecto subjetivo refere-se a observação do professor, no qual permite avaliar a participação, dedicação, cumprimento das tarefas e o espírito coletivo. Para Figueiredo e Kato (2012), a observação do estudante nessas atividades é um maneira de compreender as atitudes dos estudantes diante de situações novas e de suas dificuldades, proporcionando ao professor que realize questionamentos e orientações durante o processo.

Em relação aos aspectos objetivos, estes podem seguir os seguintes critérios:

- a) produção e conhecimento matemático;
  - consolidação de conhecimentos matemáticos teóricos;
  - raciocínio lógico;
  - operacionalização de problemas numéricos;
  - crítica em relação a conceitos de ordem de grandeza;
  - expressão e interpretação gráfica.
- b) produção de um trabalho de modelagem em grupo;
  - qualidade dos questionamentos;
  - pesquisa elaborada pelo aluno;
  - obtenção de dados sobre o problema a ser modelado;
  - interpretação e elaboração de modelos matemáticos;
  - discussão e decisão sobre a natureza do problema levantado;
  - adequação a solução apresentada;
  - validade das soluções fornecidas pelo modelo;

- exposição oral e escrita do trabalho
- c) extensão e aplicação do conhecimento
  - síntese, aliada à capacidade de compreensão e expressão dos resultados matemáticos;
  - análise e interpretação crítica de outros modelos utilizados (BIEMBENGUT; HEIN, 2011, p. 28).

Diante disso, uma atividade de Modelagem pode mobilizar diversos conhecimentos que transcendem os conteúdos matemáticos, pelo fato de envolver informações de outras áreas do conhecimento. Logo, é importante estabelecer não somente indicativos e critérios de avaliação referentes a aprendizagem de Matemática, mas também de Modelagem e de conhecimentos que envolvam a situação-problema em questão. A criatividade, a postura crítica, o envolvimento com as atividades e a tomada de decisões também são capacidades que podem ser contempladas pela Modelagem e que precisam ser consideradas em uma avaliação.

De acordo com Oliveira e Kato (2017), a avaliação dos estudantes tem sido uma das razões pelas quais os professores têm apresentado resistência diante da implementação efetiva da Modelagem na sala de aula. Além da obrigatoriedade em apresentar um quadro avaliativo que envolve a mensuração da aprendizagem do estudante através de uma nota, o professor pode não saber o que avaliar e como avaliar em uma atividade de Modelagem: “o que considerar como correto ou errado?” (OLIVEIRA; KATO, 2017).

Muitos professores, sem saber como proceder à avaliação, aplicam provas individuais com questões que priorizam a reprodução de técnicas e algoritmos ao final de uma atividade de Modelagem, confrontando a dinâmica e o contexto no qual essas atividades foram desenvolvidas (VELEDA; BURAK, 2016). Isso não significa que a prova deve ser abolida quando se trabalha com a Modelagem, mas sua função, elaboração e a correção devem estar coerentes com as atividades de Modelagem e revelar os dados necessários para realização da avaliação.

Assim como em qualquer prática de ensino, ou pelo menos deveria ser, na Modelagem admite-se a concepção de uma prática contínua de avaliação, na qual o professor acompanhe o trabalho do estudante, considerando sua participação e o seu envolvimento com o grupo (OLIVEIRA; KATO, 2017).

Oliveira e Kato (2017), apoiando-se em Ceolim (2015)<sup>19</sup>, destacam que os obstáculos e dificuldades evidenciados acima são reflexo de uma formação fragilizada que não é capaz de fornecer ao professor um suporte tanto para prática de Modelagem quanto para a

---

<sup>19</sup> CEOLIM, A. J. Modelagem matemática na educação básica: obstáculos e dificuldades apontados por professores. 2015. 151f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

prática avaliativa, devido “ao perfil dos programas (aspectos curriculares e estruturais) e/ou da recorrência de formações aligeiradas, tanto na formação inicial quanto na continuada” (OLIVEIRA; KATO, 2017, p. 61-62). Cabe destacar também as exigências escolares e curriculares, que estão subordinadas as imposições políticas, econômicas e sociais, das quais já foram evidenciadas no decorrer desse texto.

Diante dos obstáculos e dificuldades relacionados à avaliação em Modelagem, bem como a carência de discussões, instrumentos e propostas de avaliação na literatura, torna-se pertinente verificar como o estudante tem sido avaliado nas atividades de Modelagem, quais instrumentos tem sido utilizados, que concepções de avaliação têm orientado essas práticas e outros aspectos que possam ser revelados pelas dissertações e teses.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa foi desenvolvida no sentido de discutir **“o que as pesquisas brasileiras apontam sobre a avaliação do estudante em atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica?”** a partir da análise de dissertações e teses que versam sobre o tema.

Para responder à questão de investigação e cumprir o objetivo proposto, esta pesquisa foi assumida como qualitativa que, segundo Garnica (2004, p. 86) apresenta as seguintes características:

(a) a transitoriedade de seus resultados; (b) a impossibilidade de uma hipótese a priori, cujo objetivo da pesquisa será comprovar ou refutar; (c) a não neutralidade do pesquisador que, no processo interpretativo, vale-se de suas perspectivas e filtros vivenciais prévios dos quais não consegue se desvencilhar; (d) que a constituição de suas compreensões dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-las podem ser (re)configuradas; e (e) a impossibilidade de estabelecer regulamentações, em procedimentos sistemáticos, prévios, estáticos e generalistas.

Em uma abordagem qualitativa os dados são analisados de forma descritiva e indutiva, respeitando a forma como estão apresentados e analisando-os em sua completude, sem perder de vista seu significado no contexto (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Esta pesquisa também encontra-se inserida na modalidade de pesquisa bibliográfica, também denominada por estudo documental, em que se faz uso de documentos como fonte de dados. De acordo com Phillips<sup>20</sup> (1974, p. 187) apud Ludke e André (1986, p. 38), os documentos são considerados “quaisquer materiais que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano”.

Nesse sentido, os documentos podem incluir livros, propostas curriculares, provas (testes), cadernos dos estudantes, planejamentos, autobiografias, dissertações ou teses acadêmicas, diários, entre outros (FIORENTINI; LORENZATO, 2012). Tais documentos, além de se apresentarem estáveis no tempo, “não são apenas um fonte de informações contextualizadas, mas surgem num determinado contexto e fornecem informações sobre esse mesmo contexto” (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p. 39).

A escolha pelas dissertações e teses como fonte de dados se justifica pelo fato de se constituírem como um relatório de pesquisa completo, em que as descrições das atividades e das análises se encontram mais detalhadas, diferentemente de artigos na modalidade de

---

<sup>20</sup> PHILLIPS, B. S. **Pesquisa Social**. Rio de Janeiro, Agir, 1974.

comunicação científica e relato de experiência publicados em anais de eventos e/ou periódicos, pois estão limitados a uma quantidade de informações e em alguns casos, como no contexto de anais de eventos, podem relatar pesquisas que ainda estão em andamento.

Ao selecionar e analisar as dissertações e teses, foi considerado que cada um desses relatórios de pesquisa refletem os valores, as necessidades e intencionalidades de cada um dos autores e o seu contexto educacional, social e político. Fez-se necessário estabelecer um período delimitado, para que fosse possível direcionar a seleção e análise dos trabalhos. Logo, foram consideradas as dissertações e teses produzidas entre 2006 a 2016.

Para a busca e seleção das dissertações e teses que iriam constituir o material de análise da pesquisa, foi escolhida como ferramenta o Banco de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)<sup>21</sup>. Porém, na atual versão do sítio eletrônico encontram-se disponíveis na íntegra somente trabalhos defendidos a partir de 2013. Em relação aos trabalhos inferiores a 2013 estão disponibilizadas somente informações do autor, título, data de defesa, programa e instituição. Além disso, não é possível realizar uma “busca avançada” a partir das palavras-chave, assunto ou resumo, mas é possível fazer um refinamento dos resultados selecionando filtros como ano, área de concentração, programa, entre outros sugeridos pela pelo próprio site.

Como era de extrema importância ter acesso aos trabalhos, principalmente os resumos, para selecioná-los de acordo com o objetivo definido, optou-se por não utilizar o Banco de Teses da CAPES em um primeiro momento. A estratégia escolhida foi a de pesquisar e selecionar as dissertações e teses a partir dos programas de pós-graduação, considerando-se que cada instituição possui um acervo digital de dissertações e teses em suas respectivas bibliotecas de sistema de Comutação Bibliográfica (COMUT).

Para isto, foi realizado um levantamento de programas brasileiros de pós-graduação stricto sensu credenciados nas áreas de Ensino e Educação da CAPES, através da Plataforma Sucupira<sup>22</sup>. Foram considerados os programas em funcionamento e que envolvem os cursos de mestrado profissional<sup>23</sup>, mestrado acadêmico e doutorado.

A pesquisa dos programas na plataforma foi executada na seção “Dados cadastrais do programa”, na qual foram selecionados os descritores “educação” e “ensino” no

---

<sup>21</sup> <http://bancodeteses.Capes.gov.br/banco-teses/#/>

<sup>22</sup> <https://sucupira.Capes.gov.br/sucupira/>

<sup>23</sup> Os programas pertencentes ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (Profmat) proposto pela Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) não foram incluídos no levantamento por pertencerem a Área de Matemática/Probabilidade e Estatística da CAPES.

campo “área de avaliação” para pesquisar as instituições e os respectivos programas. O Quadro 4 apresenta os resultados do levantamento dos programas.

Quadro 4 Levantamento dos programas de pós-graduação realizados a partir da Plataforma Sucupira.

Área de avaliação	Programas encontrados	Programas selecionados
Ensino	154	107
Educação	162	139
Total	316	246

Fonte: da autora.

Após essa etapa foi feita novamente uma seleção dos programas a serem considerados para busca dos trabalhos. Durante o levantamento, o ano de início de cada um deles foi considerado, pois os programas que iniciaram suas atividades recentemente não teriam ainda dissertações e teses defendidas, o que descartava a possibilidade de acessar sua biblioteca. Logo, foram desconsiderados os programas criados em 2015 e 2016.

Também foram descartados os trabalhos em que a área de concentração ou/e linhas de pesquisa não contemplariam produções relacionadas ao ensino de matemática como os programas na área de ensino de ciências naturais, ensino de ciências e saúde, história e filosofia. É importante destacar que os programas voltados para área de Educação Matemática, Ensino de Matemática e Ensino de Ciências e Matemática estão inseridos nas área de Ensino e Educação da CAPES.

Após essa seleção, o levantamento passou a ter 135 programas. O endereço eletrônico de cada uma das bibliotecas dos respectivos programas foi consultado utilizando-se o motor de busca Google<sup>24</sup>. Para buscar as dissertações e teses durante o acesso ao site das bibliotecas, foram utilizados os descritores “modelagem matemática” e “modelação matemática” no campo de pesquisa “título”, “assunto” e “palavra-chave”. Apenas dois programas não possuíam um acervo digital de dissertações e teses disponível online, sendo necessário realizar um contato com a secretaria de cada um deles. Logo, optou-se por selecionar apenas os trabalhos em sua versão digital e disponíveis na internet.

O critério estabelecido para selecionar os trabalhos foi o de considerar aqueles em que os autores desenvolveram atividades de Modelagem Matemática com estudantes da Educação Básica. Logo, as dissertações e teses coletadas foram aquelas que relataram o

<sup>24</sup><https://www.google.com.br>

desenvolvimento de uma pesquisa de campo cuja coleta de dados para investigação foi “realizada diretamente no local em que o problema ou fenômeno acontece” (FIORENTINI; LORENZATO, 2012, p. 71). Neste caso, o local no qual foi feita a coleta de dados nos trabalhos foi aquele em que as atividades de Modelagem se desenvolveram, seja através de algumas aulas ou um projeto.

Em vista desse critério, as dissertações e teses cuja investigação teve a coleta de dados voltada para uma revisão sistemática de estudos ou construíram propostas de atividades que não foram desenvolvidas com estudantes não integraram a seleção. Considerando também o grande volume de pesquisas existentes em Modelagem na Educação Matemática, principalmente as realizadas em campo, foi definido mais um critério: selecionar somente os trabalhos com atividades desenvolvidas com estudantes de Ensino Fundamental e Médio do ensino regular. Os trabalhos com Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Ensino Médio Técnico e/ou Profissionalizante não fizeram parte da composição.

Foi realizada uma leitura do resumo de cada um dos trabalhos encontrados nas bibliotecas para verificar se os mesmos se enquadravam nos critérios estabelecidos. Em alguns deles, os resumos não apresentavam informações suficientes para selecioná-lo, principalmente no que se refere a realização de uma pesquisa de campo. Nesse caso, o trabalho foi consultado na íntegra e foi feita uma leitura superficial da metodologia a fim de encontrar as informações desejadas.

Foram encontrados um total de 213 trabalhos com a temática de Modelagem na Educação Matemática, sendo 180 dissertações e 33 teses, defendidas no período de 2006 a 2016. Desse conjunto foram selecionados 66 trabalhos, sendo 64 dissertações e 2 teses que contemplavam os critérios estabelecidos. Mesmo realizando a coleta de trabalhos diretamente no site da biblioteca digital de cada instituição, alguns deles não estavam disponíveis na internet para download e por isso foram solicitados aos autores através de seus E-mails.

A fim de verificar se foram encontrados todos os trabalhos possíveis e disponíveis, o Banco de Teses da CAPES foi acessado novamente para realizar uma busca básica como forma de conferência. Para isso, foram utilizadas as palavras-chave “modelagem matemática” que gerou 66362 resultados e “modelação matemática”, com 37998 resultados.

Foi feito um refinamento dos resultados gerados em que utilizou-se os filtros “ano” e “área de concentração” para que os resultados fornecessem apenas trabalhos defendidos no período de interesse e referentes as áreas de Ensino e Educação. Desta consulta ao banco, obteve-se 22 novos trabalhos (21 dissertações e 1 tese). Após uma leitura dos resumos desses trabalhos, foram selecionadas 7 dissertações que contemplavam o critério de seleção

estabelecido. Ao final, o material de análise ficou constituído por 71 dissertações e 2 teses, totalizando 73 trabalhos. No Apêndice A, encontra-se um quadro contendo a relação de dissertações e teses selecionadas por programas de pós-graduação.

Com as dissertações e teses coletadas, os procedimentos adotados para organização, construção e análise dos dados foram os que constituem o método da Análise de Conteúdo na perspectiva de Bardin (2011) e Franco (2008).

A Análise de Conteúdo é um procedimento que permite revelar o que está implícito nas mensagens de uma comunicação. Para Franco (2008, p. 19) “o ponto de partida da Análise de Conteúdo é a mensagem, seja ela verbal (oral e escrita), gestual, silenciosa, figurativa, documental ou diretamente provocada”. Dessa forma, a análise dos dados nesta pesquisa foi voltada para as mensagens verbais, em linguagem escrita, das dissertações e teses em que os autores apresentaram implicitamente ou explicitamente as expressões em relação a avaliação dos estudantes envolvidos nas atividades de Modelagem.

O processo de análise desenvolveu-se a partir de três fases previstas por Bardin (2011) e Franco (2008): pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Para execução dessas fases também foram consultados os estudos de Mendes (2013) e Vasconcelos (2015) que realizaram os procedimentos de Análise de Conteúdo em suas pesquisas desenvolvidas na área de Educação.

A fase de “pré-análise” é o momento em que os dados são organizados para a constituição do *corpus* da pesquisa. “O *corpus* é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (BARDIN, 2011, p. 122). Primeiramente deve ser realizada uma “leitura flutuante”, ou seja, são estabelecidos os primeiros contatos com o material e, mesmo sendo uma leitura inicial, é possível levantar algumas questões e hipóteses, como também as primeiras impressões. Ainda nesta fase devem ser escolhidos os documentos os quais serão analisados.

Foi realizada uma “leitura flutuante” de cada um dos trabalhos com o objetivo de identificar expressões referentes a avaliação do estudante. Por ser o primeiro contato, tal leitura foi realizada de maneira pontual e superficial, em que foram selecionadas partes dos relatórios de pesquisa que poderiam apresentar as expressões a serem encontradas. As leituras se concentraram na parte metodológica, principalmente na descrição das atividades de Modelagem realizadas com os estudantes, na discussão de análise dos dados e nas considerações finais.

A partir da leitura das dissertações e teses foi possível formular hipóteses e destacar as primeiras impressões geradas pelas informações. Dos 73 trabalhos lidos, 31 deles

relataram a realização de avaliação dos estudantes nas atividades de Modelagem e outros 5 trabalhos expressaram aspectos relacionados à avaliação do estudante nesse contexto. Logo, esses documentos que totalizaram 34 dissertações e 2 teses foram escolhidos para constituir o *corpus* da pesquisa.

Os elementos de cada um dos trabalhos selecionados para análise foram organizados a partir de um fichamento, conforme apresenta o Quadro 5, de maneira a facilitar a busca de informações como título, autor, objetivos, metodologia e resultados. Também foi atribuído um código<sup>25</sup> para cada um dos trabalhos para facilitar sua identificação. A relação das dissertações e teses que compõem o *corpus* da pesquisa encontram-se no Apêndice B.

Quadro 5 Fichamento de um dos trabalhos selecionados para pesquisa.

Código de identificação	D4
Título	Construção do conceito de função em um ambiente de Modelagem Matemática: estudo da renda de uma associação de reciclagem de resíduos sólidos
Autor (a)	Camila Maria Dias Papung
Instituição/Ano	IFES/2016
Objetivos	“O objetivo deste estudo é investigar as possíveis contribuições da Modelagem Matemática à construção do conceito de função, a partir dos princípios orientadores da Educação Matemática Crítica” (p. 19)
Principais referenciais teóricos	Skovsmose (2000) Barbosa (2001) Vygotski (1991)
Metodologia	“Foram realizadas atividades de Modelagem com alunos do 9º ano de uma escola pública em que se destacou uma reflexão sobre a ideologia do consumo e a importância da reciclagem como alternativa para minimizar os impactos da geração de lixo, demonstrando sua relação com a aferição de renda a partir da atividade econômica de uma associação de catadores de resíduos sólidos. Como instrumentos de análise dos dados da pesquisa foram utilizados questionário, entrevista coletiva por meio de grupo de discussão e observações da pesquisadora em triangulação” (p.9)

<sup>25</sup> Os trechos dos trabalhos a serem apresentados durante a pesquisa estarão acompanhados da sigla D (Dissertação) ou T(Tese) e o número de identificação. O código D17 indica que o excerto foi extraído da dissertação identificada como o número 17.

Resultados	“Como resultados, observamos avanços na atribuição de significado ao conceito de função e de suas representações, relacionando este conceito a situações envolvendo receitas, despesas e lucros dentro do modelo desenvolvido. Concluimos que a abordagem didática além de possibilitar um maior envolvimento dos alunos, possibilita desenvolver habilidades de trabalho em grupo de maneira integrada e atitudes de ver a matemática como uma ferramenta para conhecer a realidade” (p. 107)
------------	--

Fonte: da autora.

Na segunda fase, a exploração do material, é realizada a codificação dos dados que consiste em um “processo pelo qual os dados brutos são transformados sistematicamente e agregados em unidades, as quais permitem uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo” (BARDIN, 2011, p. 133). A codificação compreende a escolha das unidades de registro, a seleção de regras de contagem e a escolha de categorias.

As unidades de registro, segundo Franco (2008, p. 41), “é a menor parte do conteúdo, cuja ocorrência é registrada de acordo com as categorias levantadas”. A autora afirma que existem diferentes tipos de registros que podem ser a palavra, o tema, o personagem e o item. Para este procedimento, foi escolhido o tema como unidade de registro por este envolver “não apenas componentes racionais, mas também ideológicos, afetivos e emocionais” (FRANCO, 2008, p. 43).

Com os documentos do *corpus* impressos em mãos, foi feita novamente uma leitura das mensagens na qual alguns trechos receberam grifos coloridos, em que os grifos da mesma cor indicavam um mesmo tema. Assim, diante das primeiras impressões e do objetivo e questão de investigação pretendidos nesta pesquisa, foram descartadas algumas informações que não seriam relevantes.

Já com o uso do computador, os trechos grifados foram agrupados pelos temas que eram frequentes. Foram encontrados 28 temas que estão enunciados no Quadro 6 onde estão apresentadas as observações que permitiram os agrupamentos.

Quadro 6 Unidades de Registro - Temas identificados nas dissertações e teses.

Temas	Observações
Avaliação da participação, envolvimento e frequência	Este tema representa todos os trechos que indicavam a participação, o envolvimento e a frequência dos estudantes como algo a ser avaliado nas atividades de Modelagem.
Avaliação da compreensão e aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos matemáticos	Este tema representa todos os trechos que apresentam como intenção de avaliação

	verificar a aprendizagem e compreensão dos estudantes em relação aos conceitos e/ou conteúdos matemáticos desenvolvidos nas atividades de Modelagem.
Avaliação das atitudes e posturas	Este tema contempla os objetivos e critérios estabelecidos para avaliação nas atividades de Modelagem que visavam identificar a tomada de atitudes e o desenvolvimentos de posturas dos estudantes
Avaliação das capacidades, habilidades e competências	Este tema contempla os trechos que indicam a realização ou intenção de avaliação das capacidades, habilidades e competências do estudantes nas atividades de Modelagem.
Avaliação individual e/ ou em grupo	Este tema refere-se aos trechos que indicavam a realização da avaliação do estudantes nas atividades em nível individual e coletivo.
Avaliação do empenho e desempenho	Este tema refere-se ao trechos que indicavam o empenho e desempenho como itens a serem avaliados nas estudantes nas atividades.
Avaliação das estratégias de resolução de problemas e de exercícios	Este tema representa os trechos que indicavam avaliar as estratégias utilizadas pelos estudantes durante as atividades para resolver problemas e exercícios.
Avaliação contínua e/ ou processual	Este tema representa os relatos que expressavam a realização de uma avaliação contínua ou/e avaliação durante o processo dos estudantes nas atividades.
Avaliação da construção, interpretação e validação do modelo matemático	Este tema representa os trechos que indicavam como critérios a serem avaliados nos estudantes ações e resultados referentes a Modelagem Matemática, como a construção, interpretação e validação do modelo matemático.
Avaliação do interesse e motivação	Este tema refere-se aos trechos que indicavam o interesse e a motivação como critérios a serem avaliados nos estudantes durante as atividades.
Avaliação da criatividade e organização	Este tema refere-se aos trechos que indicavam a criatividade e a organização como itens a serem avaliados nos estudantes durante as atividades.
Avaliação da aprendizagem, compreensão e sensibilização de conceitos referentes ao tema de estudo	Este tema faz referência aos trechos que relataram a realização da avaliação do estudante em relação a aprendizagem, compreensão e sensibilização diante do estudo de temas de outras áreas do conhecimento.
Avaliação do desenvolvimento e dificuldades	Este tema faz referência aos trechos que relataram o desenvolvimento do estudante e suas dificuldades como itens a serem avaliados durante as atividades de Modelagem.
Avaliação das repostas corretas	Este tema estão agrupados os trechos que indicavam as resposta corretas dos estudantes como um critério a ser avaliados nas atividades.

Avaliação do trabalho em grupo e espírito de equipe	Este tema estão agrupados os trechos que indicavam o trabalho em grupo e o espírito de equipe como itens a serem avaliados nos estudantes durante as atividades.
Auto avaliação	Este tema estão agrupados os trechos que indicam a realização de auto avaliação dos estudantes para avaliação dos mesmos nas atividades.
Testes e provas	Este tema estão agrupados os relatos que indicavam a aplicação de testes e provas para avaliação dos estudantes nas atividades de Modelagem.
Questionário	Este tema representa todos os trechos que indicavam a utilização de um questionário para realizar a avaliação dos estudantes.
Diálogo, questionamentos e discussões	Este tema representa todos os trechos que indicavam o diálogo, os questionamentos e discussões como momentos para realização da avaliação dos estudantes.
Observações e anotações	Este tema estão agrupados os trechos que indicavam a utilização das observações e anotações do(a) professor(a)/pesquisador(a) como instrumento para realização da avaliação.
Registros, relatórios e materiais	Este tema estão agrupados todos os trechos que indicavam a utilização de registros, relatórios e matérias como instrumentos para realização da avaliação.
Atribuição de nota numérica e conceito	Este tema contempla todos os trechos que faziam a menção a atribuição de nota numérica e conceitos aos estudantes nas atividades de Modelagem.
Resolução de exercícios e revisão de conteúdo visto nas atividades para preparação para as avaliações do cronograma escolar e avaliações externas	Este tema contempla todos relatos em que indicavam a resolução de exercícios e revisão de conteúdos durante as atividades de Modelagem de maneira a preparar os estudantes para as avaliações programadas.
Participação do estudante no processo de avaliação	Este tema constitui todos os trechos em que o estudante participou do seu processo de avaliação durante as atividades de Modelagem e que indicam a importância dessa participação.
Preocupação com os erros	Este tema constitui todos os trechos relacionados a preocupação e o tratamento dado aos erros dos estudantes durante as atividades de Modelagem.
Preocupação com a realização da avaliação	Este tema representa os trechos que expressam a preocupação dos estudantes com a avaliação nas atividades de Modelagem.
Preocupação com a aprovação/reprovação em Matemática	Este tema representa todos os trechos que indicavam a preocupação dos estudantes com a

	aprovação e reprovação na disciplina de Matemática durante a realização das atividades.
Adaptações das atividades para realização da avaliação	Este tema engloba todos relatos em que as atividades de Modelagem sofreram mudanças ou adaptações por causa das práticas de avaliações para que pudessem ser realizadas.
Valorização das atividades que resultem em nota	Este tema constitui todos os comentários que fazem referência ao fato de as atividades de Modelagem atribuírem notas ou não aos estudantes.

Fonte: da autora

Os dados, bem como as unidades de registro, não estão isolados, há um contexto que os acompanha. Desta forma, é necessária a constituição das unidades de contexto as quais, segundo Franco (2008, p. 46), “podem ser consideradas como ‘pano de fundo’ que imprime significado às unidades de análise”, é uma parte mais ampla de grande importância para interpretação dos dados. Nesta pesquisa, as unidades de contexto são definidas pelas atividades de Modelagem desenvolvidas nas pesquisas e que estão descritas nas dissertações e teses.

Após retornar aos dados, percebeu-se que era possível realizar alguns agrupamentos, buscando convergências e discrepâncias entre os temas. Logo, os temas foram agrupados em eixos temáticos, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 Eixos temáticos

Eixos temáticos	Temas
Avaliação de aspectos relacionados a aprendizagem matemática e de Modelagem dos estudantes nas atividades	Avaliação da compreensão e aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos matemáticos
	Avaliação das capacidades, habilidades e competências
	Avaliação do empenho e desempenho
	Avaliação das respostas corretas
	Avaliação das estratégias de resolução de problemas
	Avaliação da construção, interpretação e validação do modelo matemático
	Avaliação da aprendizagem, compreensão e sensibilização de conceitos referentes ao tema de estudo
Avaliação de outros aspectos desencadeados pelos estudantes nas atividades de Modelagem	Avaliação da participação, envolvimento e frequência
	Avaliação do interesse e motivação
	Avaliação das atitudes e posturas
	Avaliação da criatividade e organização

	Avaliação do trabalho em grupo e espírito de equipe
	Avaliação do desenvolvimento e dificuldades
Instrumentos de coleta de dados utilizados para avaliação dos estudantes nas atividades	Auto avaliação
	Testes e provas
	Questionário
	Diálogo, questionamentos e discussões
	Observações e anotações
	Registros, relatórios e materiais
Tipos de avaliação utilizados nas atividades	Avaliação individual e/ou em grupo
	Avaliação contínua e/ ou processual
Posicionamentos adotados para avaliação nas atividades	Participação do estudante no processo de avaliação
	Atribuição de nota numérica e conceito
Expressões referentes à avaliação observadas nas atividades	Preocupação com a realização da avaliação
	Preocupação com a aprovação/reprovação em Matemática
	Preocupação com os erros
Atitudes influenciadas pela avaliação identificadas nas atividades	Adaptações das atividades para realização da avaliação
	Resolução de exercícios e revisão de conteúdos vistos nas atividades para preparação para as avaliações do cronograma escolar
	Valorização das atividades que resultem em nota

Fonte: da autora.

A terceira fase da Análise de Conteúdo, o tratamento dos resultados, tem por objetivo agrupar as unidades de registro formando menor quantidade de grupos, os quais são nomeados de categorias. Esta é uma fase decisiva neste método, pois a análise dos dados será realizada a partir deste processo. Sendo assim, “a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação seguida de um reagrupamento baseado em analogias, a partir de critérios definidos” (FRANCO, 2008, p. 59).

Partindo-se dos sete eixos temáticos e realizando uma releitura dos dados construídos buscou-se tratá-los de modo significativo, levantando possíveis detalhes que poderiam ter passado despercebidos. A partir disso, foi feito o estabelecimento das categorias verificando-se as interseções entre os dados, com o foco na questão de investigação, no objetivo da pesquisa e nos pressupostos teóricos estudados. Os eixos temáticos foram enquadrados permitindo a criação de quatro categorias como mostra o Quadro 8:

Quadro 8 Categorias de Análise

Categorias de análise	Eixos temáticos
Critérios de avaliação utilizados nas atividades de Modelagem Matemática	Avaliação de aspectos relacionados a aprendizagem matemática e de Modelagem dos estudantes nas atividades
	Avaliação de outros aspectos desencadeados pelos estudantes nas atividades de Modelagem
Instrumentos para avaliação utilizados nas atividades de Modelagem Matemática	Instrumentos de coleta de dados utilizados para avaliação dos estudantes nas atividades
Práticas avaliativas realizadas nas atividades de Modelagem Matemática	Tipos de avaliação utilizados nas atividades
	Posicionamentos adotados para avaliação nas atividades
Consequências das práticas de avaliação sob as atividades de Modelagem Matemática	Pensamentos referentes à avaliação observadas nas atividades
	Atitudes influenciadas pela avaliação identificadas nas atividades

Fonte: da autora.

A categoria “Critérios de avaliação utilizados nas atividades de Modelagem Matemática” analisa os critérios escolhidos pelos professores/pesquisadores<sup>26</sup> para avaliar os estudantes nas atividades desenvolvidas nas pesquisas. A segunda refere-se aos “Instrumentos para avaliação utilizados nas atividades de Modelagem Matemática”, em que se analisa a utilização e a pertinência dos mesmos para avaliação do estudantes. Nas pesquisas, os autores apresentaram posicionamentos quanto a avaliação do estudante nas atividades de Modelagem e descreveram as ações executadas para sua realização, o que conduz a analisar as “Práticas avaliativas realizadas nas atividades de Modelagem Matemática”. Por fim, as pesquisas apresentaram expressões, sejam por atitudes ou pensamentos, dos estudantes e professores/pesquisadores envolvidos que indicaram possíveis “Consequências das práticas de avaliação sob as atividades de Modelagem Matemática”.

No próximo capítulo, será apresentado a análise e discussão das categorias.

<sup>26</sup> Ao longo do texto esse termo faz referência ao pesquisador que realizou as atividades de Modelagem Matemática com estudantes da Educação Básica, podendo ser o professor regente ou não das turmas.

## 4 ANÁLISE

Os dados construídos e organizados a partir da leitura das dissertações e teses selecionadas, bem como os pressupostos teóricos estudados nos capítulos anteriores, nos forneceram suporte para responder a seguinte questão de pesquisa: “o que as pesquisas brasileiras apontam sobre a avaliação do estudante em atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica?”

Este capítulo é dedicado a análise e discussão destes dados a partir das categorias que foram definidas durante o processo: “Critérios de avaliação e Modelagem Matemática”, “Instrumentos para avaliação e Modelagem Matemática”, “Práticas avaliativas e Modelagem Matemática” e “Consequências das práticas de avaliação sob as atividades de Modelagem Matemática”.

### 4.1 Critérios de avaliação e Modelagem Matemática

Para identificar e analisar os critérios eleitos pelos professores/pesquisadores para avaliação dos estudantes envolvidos nas atividades de Modelagem Matemática relatadas nas dissertações e teses, consideramos que tais atividades avaliativas não estão situadas somente em um contexto pedagógico, mas também em um contexto de pesquisa. Logo, os critérios estabelecidos para avaliação além de atenderem o contexto pedagógico, visaram contemplar os interesses do pesquisador.

Foram identificados uma variedade de critérios definidos para avaliação dos estudantes, em que observou-se a predominância de alguns na maioria dos trabalhos. Ao olhar para esses critérios percebemos que os mesmos refletem os objetivos pretendidos com o desenvolvimento das atividades de Modelagem.

De acordo com Hadji (2001), uma avaliação que tem como referência o critério aprecia um comportamento situando-o em relação a um alvo. Na literatura de Modelagem em Educação Matemática é possível perceber a indicação de comportamentos e objetivos que podem ser alcançados pelos estudantes ao fazer uso dessa tendência em sala de aula, isto é, o que se espera de uma atividade de Modelagem.

Se a Modelagem é desenvolvida de forma a permitir que o estudante aprenda a construir e interpretar modelos matemáticos, por exemplo, então a construção e interpretação de modelos matemáticos pode vir a ser, neste caso, um critério para avaliação. Essa constatação

foi observada em alguns dos trabalhos analisados, o que indica que os objetivos estabelecidos com a Modelagem tendem a se desdobrar em critérios para avaliação, como exemplifica o excerto a seguir que apresenta um caso em que os critérios adotados para avaliação foram definidos de acordo com critérios que caracterizam a Modelagem segundo Barbosa (2004):

*Foi estabelecida a partir de quatro parâmetros – envolvimento com a atividade, socialização, aprendizagem do tema e compreensão da realidade estudada -, que julgamos capazes para alcançar sua finalidade e que apresentam correspondência com os cinco critérios que caracterizam uma atividade de Modelagem Matemática em sala de aula, sob concepção de Barbosa (2004): motivação, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar a Matemática associada a diversas áreas e compreensão do papel sociocultural da Matemática (PAGUNG, 2016 p. 54-55).*

**D4**

A partir disso, concordamos com Hadji (2001) que uma avaliação criteriada pode levar uma avaliação normativa, que tem como referência a norma, sendo essa última “um modelo de comportamento valorizado por um grupo (sentido social) e o comportamento mais recorrente (sentido estatístico)” (HADJI, 2001, p. 32). Logo, os objetivos, características e comportamentos defendidos e valorizados pela comunidade de Modelagem podem estar sendo considerados como normas ao se realizar a avaliação dos estudantes nesse contexto, situando-os não em relação ao que produziram nas atividades, mas em relação do que foi produzido por outros e que encontra-se na literatura.

Um dos critérios mais utilizados pelos professores/pesquisadores para avaliação dos estudantes foi a participação. O excerto a seguir ilustra que em alguns trabalhos esse critério foi adotado como o principal para realização da avaliação:

*[...] destacamos a avaliação feita nesse trabalho, onde se tomou como critério principal a participação de cada aluno nas atividades propostas e no envolvimento com o projeto de Modelagem Matemática (ANDRADE, 2008, p. 100-101).*

**D24**

A utilização da Modelagem na sala de aula pode permitir que o estudante tenha um envolvimento mais ativo durante a realização das atividades se comparado a uma aula no modelo tradicional de ensino. Na perspectiva de Almeida, Silva e Vertuan (2012), a participação do estudante durante o desenvolvimento da Modelagem adquire intensidade e

solidez no decorrer das diferentes fases e momentos, permitindo que se torne o responsável por elas.

Nesse sentido, o que se espera em relação a avaliação é que o professor possa perceber e acompanhar o envolvimento do estudante durante as atividades. Nas dissertações e teses, identificamos que a participação como referência para avaliação estava mais relacionada ao cumprimento de ações e tarefas referentes a atividade de Modelagem e não em identificar a qualidade e o crescimento dessa participação. O excerto abaixo ilustra essa situação:

*Sobre o desempenho dos estudantes, destaca-se que das duas turmas envolvidas, totalizando 59 estudantes, apenas 12 ficaram com nota abaixo da média (25 pontos) para este trabalho que valia 50 pontos. Esses estudantes além de não completarem as atividades faltaram com frequência à aula. (FICK,2015, p. 136).*

**D7**

Para que os estudantes pudessem realmente se envolver na atividade, a participação foi inserida como um critério para avaliação e que resultasse em uma nota, visto que por se tratar de um contexto de pesquisa era necessário que os sujeitos (os estudantes) participassem das atividades e também pela obrigatoriedade do professor em produzir um quadro avaliativo.

O fato da Modelagem se desenvolver a partir de uma tema escolhido e ser trabalhada na imprevisibilidade (isto é, o planejamento é feito durante o processo) faz com que o encaminhamento das atividades dependam do que é produzido pelos estudantes. Nesse sentido, percebemos que a participação pode ter sido colocada como critério para que o estudante possa participar, mesmo que não seja intensamente, como mostra o excerto a seguir:

*Na situação em questão, os alunos estavam envolvidos por um mecanismo de vigilância da professora regente que, conforme relatamos, iria avaliar a participação dos estudantes ao final do projeto. Portanto, naquele momento, os estudantes deveriam mostrar empenho na atividade. Além disso, a professora regente chamava a atenção de quem estava atrapalhando (PRANE, 2015, p. 82).*

**D3**

Meyer, Caldeira, Malheiros (2011) apontam a dificuldade em se conseguir um envolvimento ativo dos estudantes durante as atividades de Modelagem devido a forma da organização escolar que produz pessoas “mudas” (grifo dos autores). “A escola ensina aos

alunos que quem não fala não erra, mas se esqueceu de ensinar que quem não tenta não progride” (MEYER, CALDEIRA, MALHEIROS, 2011, p. 51-52).

Outro critério evidenciado nos trabalhos foi a aprendizagem de conceitos/conteúdos matemáticos. A avaliação faz parte da prática do professor que ensina Matemática a fim de se informar e mediar a aprendizagem. Quando o objetivo principal ao realizar uma atividade de Modelagem seja desenvolver um conceito/conteúdo matemático, o interesse do professor volta-se para verificação da aprendizagem. O excerto abaixo evidencia a preocupação dos professores/pesquisadores das dissertações e teses quanto a essa aprendizagem:

*[...] verificar se de fato os estudantes tinham ou não conhecimentos sobre os conteúdos de geometria que seriam abordados no decorrer do projeto, uma vez que parte destes compõem o programa de matemática dos anos iniciais do Ensino Fundamental (ZUKAUSKAS, 2012, p. 119).*

**D25**

Há uma necessidade (e obrigatoriedade) por parte do professor em cumprir um currículo que é constituído de objetivos a serem atingidos, de procedimentos a serem realizados por ele e pelos estudantes, de conceitos a serem aprendidos e do processo de avaliação da aprendizagem. Nesse currículo encontram-se não somente os conhecimentos específicos da disciplina de Matemática, mas também as competências e capacidades que são exigidas tanto em uma dimensão pedagógica quanto em uma dimensão social (BRASIL, 1998).

Ao olhar para as dissertações e teses observamos que embora os professores/pesquisadores tenham estabelecidos outros critérios, como a participação, a criticidade, o trabalho em grupo e a compreensão do tema, a verificação da aprendizagem de matemática se sobressaiu nos trabalhos. Isso pode estar relacionado aos objetivos pretendidos dos professores/pesquisadores com a realização das atividades e também pela perspectiva de Modelagem que foi adotada nos trabalhos.

Desse modo, entendemos que quando a Modelagem é concebida e abordada como um método de ensino e aprendizagem, espera-se que o estudante tenha sua aprendizagem matemática verificada, não somente para atender um quadro avaliativo escolar em termos de nota e/ou conceito, mas também como uma forma de constatar se a atividades de Modelagem tiveram “sucesso”.

Concordamos com Lopes (2010, p. 140) que a avaliação não deve voltar-se somente para “objetivos cognitivos, como a memorização de fatos, algoritmos, técnicas de resolução de exercícios rotineiros, mas deve igualmente incluir objetivos que traduzam

capacidades ligadas a níveis elevados, tanto no domínio cognitivo, como o afetivo e no social”. Obter informações a respeito da aprendizagem matemática dos estudantes é uma tarefa indispensável para o professor, porém também é importante não deixar de contemplar outros domínios, principalmente aqueles que são explorados ao se trabalhar com a Modelagem. Um dos trabalhos retrata essa questão ao apresentar uma proposta de avaliação da aprendizagem significativa, constituída por parâmetros, em atividades de Modelagem:

*Parâmetro 3: o aluno deve conseguir perceber a atividade de Modelagem Matemática como parte da realidade, relacionar criticamente a matemática envolvida no problema proposto, perceber sua importância para a sociedade e, utilizando o trabalho realizado, repensar sobre a situação nos seus vários aspectos (FIGUEIREDO, 2013, p. 46).* **D10**

A Modelagem possibilita não somente a mobilização de conhecimentos de natureza matemática, mas também de outras áreas que fazem referência ao tema escolhido para as atividades. Além disso, o estudante tem a oportunidade de desenvolver capacidades relacionadas a própria Modelagem como a resolução de uma situação problema e a construção, interpretação e validação de um modelo matemático.

Conforme exemplifica o excerto anterior, os professores/pesquisadores que adotaram como critério de avaliação a aprendizagem de matemática também se preocuparam em verificar se os estudantes conseguiram relacionar os conceitos/conteúdos estudados com a situação “real”, além de resolver ou construir um modelo matemático que atendesse o problema.

Diante disso, observamos que na avaliação realizada em alguns dos trabalhos a relação entre conceito matemático e “realidade” limitou-se somente ao problema estudado nas atividades, isto é, alguns dos professores/pesquisadores não voltaram-se para verificar, naquele momento, se o estudante era capaz de compreender o conceito/conteúdo matemático além daquela situação ao qual lhe estava sendo apresentada. Desse modo, chamamos a atenção para importância de avaliar se o estudante é capaz de compreender a Matemática que foi trabalhada nas atividades de Modelagem em suas experiências cotidianas e não apenas significá-la a partir de uma aplicação em um determinado contexto.

Outros aspectos que podem ser suscitados na Modelagem e que foram elegidos como critério para avaliação nas dissertações e teses analisadas são os que dizem respeito as atitudes dos estudantes durante as atividades: o trabalho em equipe, o interesse, a argumentação, a criticidade, a sensibilização diante do tema de estudo e a criatividade.

Diante dos vários elementos e desdobramentos que uma atividade de Modelagem é capaz de desencadear, o professor pode se questionar sob o que avaliar e como avaliar o estudante. Além disso, a prática avaliativa irá requerer um maior acompanhamento para identificar as ações e em que intensidade elas foram realizadas pelos estudantes nas atividades para se ter indicativos do cumprimento dos critérios definidos.

De acordo com Hadji (2001, p. 23), o professor pode apresentar uma carência de saberes necessários diante das informações coletadas, pois interpretá-las

implica recorrer a um quadro teórico que atenda os aspectos (cognitivo, afetivo, social) das aprendizagens. Trata-se não somente de adquirir uma melhor compreensão de “funcionamento do aluno”, mas também do funcionamento do objeto a ensinar. Sem modelos operacionais nos dois domínios, o professor fica reduzido a contentar-se com quadros conceituais parcialmente adequados, o que fragiliza e torna incerta a atividade de interpretação.

Tendo em vista os critérios, também é importante definir de que modo serão coletadas as informações para realização da avaliação. Assim, faz-se necessário considerar os objetivos ao utilizar determinado instrumento, visto que a variedade de instrumentos e a disponibilidade de recursos corroboram para o processo de avaliação matemática pela possibilidade de avaliar aspectos como “utilização de conteúdos, estratégias e procedimentos utilizados, hipóteses levantadas, recursos escolhidos pelos alunos (BURIASCO; FERREIRA; CIANI, 2009, p. 77).

#### 4.2 Instrumentos para avaliação e Modelagem Matemática

Ao olhar para os instrumentos utilizados para avaliação nas atividades de Modelagem, buscamos identificar e compreender quais foram os escolhidos pelos professores/pesquisadores nas dissertações e teses, o objetivo pelo qual escolheram e a função de cada um deles nesse contexto.

Um instrumento, em seu significado literal, pode ser denominado como um “objeto usado para executar algo” (HOUAISS; VILLAR; FRANCO, 2009, p. 427). Nessa definição, bem como em sua definição propriamente dita na prática pedagógica, a presença da preposição “para” faz toda a diferença. Isso porque, de acordo com Luckesi (2011), usualmente tem-se nomeado questionários, testes, provas, redações de “*instrumentos de avaliação*” (grifo do autor), o que é um equívoco, pois estes são “*instrumentos de coleta de dados para avaliação*” (grifo do autor). Ao se considerar tais instrumentos como “*instrumentos de*

*avaliação*”, conduz-se ao entendimento que o ato de avaliar foi concluído com a aplicação dos mesmos.

Os professores/pesquisadores ao construírem um instrumento que fornecesse informações necessárias para realização da avaliação, o fizeram de acordo com seus objetivos pedagógicos e também com aqueles relacionados a investigação. Logo, alguns dos instrumentos utilizados por eles também forneceram informações que atendessem o problema e objetivos da pesquisa.

Tal constatação justifica a predominância do questionário como instrumento adotado para realização da avaliação na maioria das dissertações e teses. Em alguns trabalhos, ele foi utilizado sozinho e em outros foi associado a outro instrumento, como apresenta a Figura 8:

Figura 8 Instrumentos utilizados para avaliação em um das dissertações analisadas.

Atividades Avaliativas	<b>Os dois Testes:</b> Verificação de aprendizagem dos conteúdos abordados.
	<b>Questionário:</b> Verificação das impressões que os alunos tiveram acerca da sequência de atividades aplicada.
	<b>Feira de Matemática:</b> Apresentar à comunidade escolar os resultados obtidos no projeto: Enxergando e modelando a trigonometria das construções da cidade; Elaborar modelos, como maquetes das construções e desafios com os dados coletados durante o desenvolvimento do projeto, para serem expostos durante a Feira.

Fonte: Silva (2011, p. 96) (D22)

Observa-se que nesse trabalho, o questionário teve a intencionalidade de coletar informações a respeito da realização da própria atividade de Modelagem na visão dos estudantes, solicitando que indicassem os pontos positivos e negativos de determinados momentos das atividades e sugestões, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 Questionário utilizado para avaliação em um das dissertações analisadas.

<b>Avaliação das atividades integrantes do projeto de modelação em trigonometria- questionário</b>
1-O que você achou das atividades que envolveram as medições em sala de aula, utilizando trena, esquadros, transferidor e canudo? (Descreva todas as suas impressões, com detalhes)
2-Destaque os pontos positivos e negativos do trabalho realizado durante as medições em sala de aula;
3-O que você achou do trabalho sobre a trigonometria das construções da cidade? (Descreva todas as suas impressões, com detalhes)
4-Destaque pontos positivos e negativos durante a execução do projeto: Trigonometria das construções da cidade;
5-Que sugestões você daria para melhorar as atividades desenvolvidas em sala, efetuando as medições, e do projeto?
6-O que você achou das atividades realizadas com applets na sala de informática? (Descreva todas as suas impressões, com detalhes)
7-Destaque pontos positivos e negativos do trabalho realizado na sala de informática com o uso dos applets.
8-Que sugestões você daria para melhorar as atividades desenvolvidas na sala de informática?

Fonte: Silva (2011, p. 136) (D22)

Segundo os PCN (1998), a avaliação realizada em sala de aula tem por objetivo não somente apoiar os processos e progressos da aprendizagem do estudante, mas também o do professor. De acordo com o relatório de pesquisa analisado, foi a primeira vez que os estudantes participaram de uma atividade de Modelagem, logo para a pesquisadora e também professora regente, ter um *feedback* dos estudantes a auxiliaria em sua pesquisa e para incorporar a Modelagem em sua prática. Concordamos com Buriasco (2001, p. 167-168) que “uma avaliação da qual o professor e o aluno não retirem nenhum ensinamento para si próprios e que não seja seguida de nenhuma modificação na prática pedagógica não tem qualquer sentido, a menos que não se esteja em situação de formação”.

A maioria dos questionários utilizados nos trabalhos foram constituídos por questões fechadas, das quais os professores/pesquisadores disponibilizaram opções de respostas. Essa configuração de questionário pode ter sido utilizada a fim de contemplar os objetivos referentes a investigação do pesquisador. Além disso, esse instrumento foi utilizado com o objetivo de coletar informações a respeito de aspectos relacionados a participação dos estudantes nas atividades como o interesse, a motivação, o desenvolvimento do pensamento crítico, a compreensão do tema e sua relação com a Matemática e as contribuições no trabalho em grupo. Nesse sentido, a utilização do questionário esteve voltada também para realização de uma autoavaliação, como podemos observar no excerto a seguir:

*Nessa aula aplicamos dois instrumentos de avaliação do trabalho realizado. O primeiro instrumento era constituído de seis questões em que era necessário conhecer e aplicar os conceitos estatísticos estudados. O segundo instrumento era constituído de questões em que as respostas eram subjetivas, como uma autoavaliação dos alunos durante as atividades e uma avaliação das aulas e do trabalho da professora (DAMINELLI, 2011, p. 91). **D11***

A autoavaliação nas dissertações e teses contemplou aspectos relacionados a própria atividade de Modelagem e o envolvimento do estudante. O que observou-se foi que a escolha pela autoavaliação vislumbrou uma aproximação com a ideia de avaliação formativa, pelo fato do trabalho com a Modelagem valorizar o que estudante produz durante o processo e não somente o seu produto final, que neste caso pode consistir no modelo matemático ou na resolução da situação-problema.

Outra constatação é de que se o estudante assume o papel de protagonista durante as atividades de Modelagem, então faz sentido que ele participe de sua própria avaliação. Segundo Hadji (2001), os instrumentos utilizados durante a avaliação são instrumentos desencadeadores de espaços observáveis, isto é, “há apenas instrumentos que podem servir para avaliação, seja para produzir observações, seja para as analisar e interpretar, seja para comunicar o juízo formulado” (HADJI, 1994, p. 162).

A observação é direcionada para os comportamentos esperados que foram definidos nos critérios de avaliação e, posteriormente, para os procedimentos utilizados. O que é produzido pelo estudante em sua “mente” e os “aspectos funcionais” que desdobram dessa produção não são observáveis de maneira direta, exigindo do professor uma interpretação e análise “provisória”. (NASCIMENTO; RÔÇAS, 2015).

Ao realizar a autoavaliação em uma perspectiva formadora, o estudante desenvolve atividades de metacognição, que consistem em “um processo mental interno em que o sujeito toma consciência dos diferentes aspectos e momentos de sua atividade cognitiva” (HADJI, 2001, p. 103). Identificar suas dificuldades e planejar ações para superá-las faz parte do processo de aprendizagem e formação do estudante. A partir da autoavaliação, o professor pode auxiliar os estudantes nessa superação, para que possam promover a autoregulação de sua aprendizagem.

Entretanto, nossa análise diante dos trabalhos nos permitiu evidenciar que a autoavaliação foi realizada enquanto atividade de autonotação e autocontrole. Hadji (2001),

apoiando-se em Georgette Nunziati, define autonotação a atividade na qual o estudante atribui uma nota a si mesmo ao examinar o seu desempenho escolar, conduzindo-o a realizar também um autobalanco, em que analisa seu produto final tomando como referência um modelo e realizando uma medida entre sua produção e a norma. A Figura 10 e o excerto a seguir apresentam como essa questão esteve presente nas dissertações e teses:

Figura 10 Questões utilizadas para autoavaliação dos estudantes.

<b>9) Que conceito você daria para a sua participação nas atividades ?</b>			
<input type="checkbox"/> A – Ótimo	<input type="checkbox"/> B – Bom	<input type="checkbox"/> C – Regular	<input type="checkbox"/> D – Ruim
<b>10) Que conceito você daria para o seu professor pela coordenação das atividades ?</b>			
<input type="checkbox"/> A – Ótimo	<input type="checkbox"/> B – Bom	<input type="checkbox"/> C – Regular	<input type="checkbox"/> D – Ruim
<b>Muito Obrigado pela sua participação !</b>			

Fonte: Nogueira (2014, p. 177) (D17)

*Dê uma nota de 1 (pior) a 5 (melhor) fazendo sua autoavaliação conforme as afirmações: sua participação e interesse nas atividade, sua aprendizagem durante as aulas, qualidade dos trabalhos realizados pelo seu grupo e organização do seu grupo durante os trabalhos.*

(DAMINELLI, 2011, p. 121) **D11**

Ao elaborar um instrumento constituído de questões sejam elas objetivas ou discursivas, o professor precisa se certificar de que estejam bem elaboradas para o estudante que irá interpretá-las. Porém, “boas” questões não garantem o fornecimento de informações para a avaliação se o instrumento for inadequado, pois ele “não consegue coletar os dados relevantes e necessários sobre a realidade a ser descrita” (LUCKESI, 2011, p. 311).

Questões como “Você aprendeu o conteúdo?”, “Você compreendeu o conceito?” foram comuns nos questionários construídos pelos professores/pesquisadores. Além de estarem voltadas para avaliar se o estudante “aprendeu”, também serviram de coleta de dados para a investigação dos pesquisadores. Concordamos com Luckesi (2011, p. 315) que “perguntas aleatórias não diagnosticam todas as aprendizagens essenciais efetivamente realizadas, porém servem para fazer um juízo superficial a respeito do desempenho dos estudantes”.

Outro instrumento que esteve presente na avaliação dos estudantes nas atividades de Modelagem foi a prova ou teste<sup>27</sup>, constituído por questões do tipo problema e/ou exercício. Tal instrumento nos trabalhos esteve voltado para verificar a compreensão de conceitos e/ou conteúdos matemáticos dos estudantes.

De acordo com Luckesi (2011), há um discurso entre os educadores de que instrumentos, como as provas, tem sido denominados “tradicionalis” e por esse motivo já não fazem sentido sua utilização na prática avaliativa, o que seria um pensamento inadequado visto que todos os instrumentos possuem sua utilidade. Porém, é necessário observar se essa utilização é coerente com os objetivos estabelecidos e “se apresentam as qualidades metodológicas necessárias de um instrumento satisfatório de coleta de dados para prática de avaliação da aprendizagem” (LUCKESI, 2011, p. 305).

Desse modo, a utilização de um teste ou prova não é inadequada para se avaliar em Modelagem, desde que esse instrumento contemple os objetivos e seja coerente com a perspectiva de Modelagem abordada nas atividades. Além disso, o professor precisa atentar-se as limitações desse instrumento nesse tipo de atividade, pois a sua elaboração pode conduzir a um instrumento de medida e não a um instrumento que auxilie na interpretação e intervenção do professor.

Nas dissertações e teses que utilizaram o teste como instrumento para avaliação, observou-se que alguns professores/pesquisadores realizaram um teste antes de iniciar o trabalho com a Modelagem com o intuito de verificar se os estudantes dominavam os conteúdos considerados necessários para o desenvolvimento das atividades e também com a finalidade de realizar um comparativo a respeito da aprendizagem do estudante antes e após as atividades, como apresentam o excerto abaixo e a Figura 11:

*Por isso, inicialmente para identificar a aprendizagem matemática, por meio da Modelagem Matemática no ensino, fez-se um teste antes da aplicação e um teste após a aplicação, objetivando a comparação entre os conteúdos de pré-requisito e os conteúdos programáticos da atividade sobre a área foliar. A prova foi operatória e abordou conceitos que são pré-requisitos e alguns do próprio conteúdo da atividade sobre a área foliar.*  
(SCHMITT, 2010, p. 83).

**D1**

---

<sup>27</sup> Luckesi (2011) faz uma distinção entre provas e testes dizendo que estes últimos são configurados com auxílio de metodologia científica e exigem cuidadosa construção e utilização. As provas são recursos menos sofisticados que os testes e foram desenvolvidas ao longo do tempo com base na experiência prática escolar.

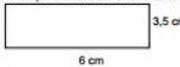
Figura 11 Pré-teste e pós-teste realizados para avaliar os estudantes nas atividades de Modelagem.

**APÊNDICE C: EXERCÍCIOS PARA PRÉ-TESTE: ÁREA**

- Em matemática, o que significa área?
- Você sabe para que serve e quando podemos utilizar a área?

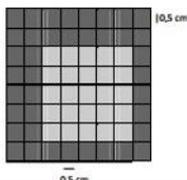
- 1) Desenhe a figura e calcule a área de:
  - a) um quadrado de lado 5 cm
  - b) um quadrado de lado 7,5 cm
  - c) um retângulo de lados 4 cm e 9 cm
  - d) um retângulo de lados 4,5 cm e 3,7 cm
- 2) Identifique e determine a área de cada um dos seguintes polígonos:
 

a)



b)


- 3) Para quem gosta de vôlei, as dimensões de uma quadra são 9m por 18m. Desenhe e calcule a área da quadra.
- 4) Para os que preferem futebol, as dimensões oficiais de um campo de futebol são 70m por 105m. Desenhe e calcule a área do campo.
- 5) Para quem entende de construção, uma casa está sendo construída num terreno retangular de 12m por 25m. A construção ocupa uma parte quadrada de 10m por 10m. Qual é a área do terreno em que não há construção? Desenhe a situação.
- 6) Você se lembra da potência de expoente 2? Explique como se calcula a área de quadrado usando essa potência.
- 7) Responda as seguintes questões, a partir das medidas indicadas na figura:
  - a) Quantos quadrados de 1cm<sup>2</sup> cabem no quadrado mais claro?
  - b) Dê a medida do lado desse quadrado.
  - c) Calcule a área do quadrado mais claro, usando a fórmula  $A = l^2$

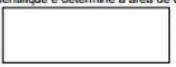


**APÊNDICE E: EXERCÍCIOS PARA PÓS-TESTE SOBRE ÁREA**

- Após a atividade de área foliar, você sabe o que significa área?
- Você sabe para que serve e quando podemos utilizar a área?

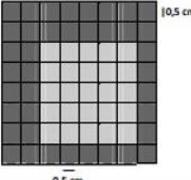
- 1) Desenhe a figura e calcule a área de:
  - a) um quadrado de lado 6 cm
  - b) um quadrado de lado 3,5 cm
  - c) um retângulo de lados 5 cm e 9 cm
  - d) um retângulo de lados 4 cm e 5,7 cm
- 2) Identifique e determine a área de cada um dos seguintes polígonos:
 

a)



b)


- 3) Uma quadra de vôlei oficial mede 9m por 18m. Desenhe a figura que a caracteriza e calcule a área da quadra.
- 4) As dimensões oficiais de um campo de futebol são 70m por 105m. Desenhe e calcule a área do campo.
- 6) Você se lembra da potência de expoente 2? Explique com suas palavras ou com um exemplo como se calcula a área de quadrado usando essa potência.
- 7) Responda as seguintes questões, a partir das medidas indicadas na figura:
  - a) Quantos quadrados de 1cm<sup>2</sup> cabem no quadrado mais claro?
  - b) Dê a medida do lado desse quadrado.
  - c) Calcule a área do quadrado mais claro, usando a fórmula da área  $A = l^2$



Fonte: Schmitt (2010)

Nesse trabalho, o mesmo teste foi utilizado para avaliar tanto os pré-requisitos quanto os conteúdos matemáticos trabalhados após as atividades. Essa prática avaliativa faz referência a uma abordagem comportamentalista<sup>28</sup> de ensino, que consiste em “constatar se o aluno aprendeu e atingiu seus objetivos propostos quando o programa foi conduzido até o final de forma adequada” (MIZUKAMI, 1986, p. 34).

De acordo com Mizukami (1986), a avaliação nessa abordagem de ensino visa a constatação de objetivos e inicia-se com a realização de uma pré-testagem a fim de identificar os comportamentos prévios. A partir disso, o professor planeja e executa as próximas etapas do processo de ensino e aprendizagem. Ao final, ocorre uma avaliação para identificar se os comportamentos finais desejados foram adquiridos pelos estudantes.

Biembengut e Hein (2011) sugerem que para desenvolver os conteúdos programáticos a partir da Modelagem o professor faça inicialmente um diagnóstico no qual ele irá levantar informações a respeito da realidade socioeconômica dos estudantes (para escolha

<sup>28</sup> Segundo Mizukami (1986), a abordagem comportamentalista ou behaviorista considera o conhecimento como algo existente no mundo externo a ser “descoberto” pelo indivíduo a partir das experiências planejadas (empirismo). Ela visa a aprendizagem a partir das mudanças de comportamentos resultantes do ensino programado. O professor tem o papel de controlar os comportamentos, a partir do planejamento, implementação e avaliação dos programas instrucionais e o estudante é um ser passivo que tem a função controlar seus processos instrucionais de modelagem de comportamento. A aprendizagem individualizada, a priorização de habilidades e competências e as técnicas de intervenção de comportamentos são alguns aspectos metodológicos dessa abordagem.

do tema), a disponibilidade dos mesmos para atividades extraclasse (se houver) e se possuem o conhecimento matemático necessário para caminharem nas atividades. Concordamos que fazer uma análise dos estudantes para verificar em que nível se encontram em relação aos conteúdos matemáticos é uma tarefa indispensável para professor antes de iniciar o trabalho com a Modelagem, porém, esse diagnóstico não pode encerrar o ato de avaliar em si, ele precisa ser precedido de acompanhamento e intervenção (LUCKESI, 2011).

Nos trabalhos, os testes e provas utilizados tanto para realizar um diagnóstico no início das atividades quanto para avaliar os estudantes ao final do processo eram constituídos de problemas e exercícios do tipo “Calcule”, “Resolva”, em um formato de lista, como apresenta a Figura 12 e também retirados de livros didáticos e vestibulares<sup>29</sup>. Essa configuração pode não permitir realizar uma interpretação dos diferentes aspectos que foram desenvolvidos que fazem parte da aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos matemáticos como a formulação de hipóteses, a criação de estratégias, o desenvolvimento de habilidades e ainda não fornecem uma garantia que comprove se houve aprendizado ou não. Portanto, esses instrumentos não podem ser eleitos como únicos para prática avaliativa e a interpretação das informações coletadas a partir deles não pode ser realizada isoladamente, isto é, sem considerar toda a produção dos estudantes durante as atividades.

Figura 12 Recorte de uma prova elaborada para avaliar os estudantes em uma das dissertações. O tema das atividades de Modelagem foi "Embalagens".

- 6) Calcule:
- a) a soma das medidas dos ângulos internos de um heptágono conexo.
  - b) o número de lados de um polígono convexo no qual  $S_i = 1440^\circ$ .
- 7) Qual é o polígono cuja soma das medidas dos ângulos internos é igual à soma das medidas dos ângulos externos aumentada de  $720^\circ$ ?
- 8) Em um polígono regular de 20 lados (icoságono regular), qual é a medida de cada ângulo interno? E de cada ângulo externo?
- 9) Em um polígono regular, cada ângulo interno mede  $135^\circ$ . Quantos lados tem esse polígono?
- 10) Qual é o polígono cuja soma das medidas dos ângulos internos é igual a  $900^\circ$ ?

Fonte: Selong (2003, p. 166)

---

<sup>29</sup> Foi possível chegar a essa constatação porque os professores/pesquisadores que utilizaram provas e testes para avaliar os estudantes disponibilizaram os instrumentos na seção de apêndices do relatório de pesquisa.

A escolha por questões do tipo problemas e exercícios pode estar associada a uma prática mecanizada de conceitos e a exaltação do formalismo de conteúdos matemáticos, presentes nos moldes tradicionais de ensino. Conforme apresentado na discussão sobre Modelagem na Educação Matemática, há etapas em que o estudante terá que representar em termos matemáticos a situação-problema, suas hipóteses e resoluções. Logo, a avaliação desses fatores precisa considerar o nível de formalização trabalhado durante as atividades.

A perspectiva na qual as atividades de Modelagem foram desenvolvidas podem também ter destinado a escolha pelos testes e provas contendo exercícios e problemas, visto que algumas perspectivas, como a de Biembengut e Hein (2011), enfatizam o desenvolvimento dos conteúdos do programa a ser cumprido pelo professor. Assim, a escolha por esses instrumentos pode estar ligada ao pensamento de que somente estes são capazes de trazer informações a respeito da aprendizagem matemática dos estudantes.

Mais do que estar adequados aos objetivos e também a perspectiva de Modelagem abordada nas atividades, os instrumentos deveriam estar voltados para o tipo de prática avaliativa desenvolvida. Logo, “não poderíamos deixar de questionar quais são os instrumentos que serviram para tal ou tal fim, e passamo-nos a questionar sobre as funções possíveis para os instrumentos de que dispomos?” (HADJI, 1994, p. 165). Compreender os critérios escolhidos e os instrumentos utilizados pelos professores/pesquisadores perpassa pela compreensão das práticas avaliativas movimentadas nas atividades de Modelagem.

#### 4.3 Práticas avaliativas e Modelagem Matemática

Nessa categoria nos debruçamos em discutir, a partir do que foi analisado, a avaliação na Modelagem Matemática. Para tanto, buscamos identificar e compreender as práticas avaliativas nas atividades de Modelagem a partir das expressões presentes nas dissertações e teses. Salientamos que o termo “expressões” são demonstrações de pensamentos e sentimentos, através de palavras e ações, dos sujeitos (professor/pesquisador e estudantes) das pesquisas relatadas nas dissertações e teses e que fazem referência à avaliação do estudante nas atividades de Modelagem.

Em relação as práticas avaliativas movimentadas nos trabalhos, observamos que elas partiram, em sua maioria, de três pontos: o primeiro é aquele que diz respeito ao ato de avaliar como uma tarefa indispensável e obrigatória para o professor. O segundo, diz respeito ao que caracteriza uma atividade de Modelagem desenvolvida no contexto da Educação Básica. Pela atividade de Modelagem realizada atender também os objetivos de uma pesquisa, o terceiro

ponto refere-se a avaliação como meio de se construir dados para análise do pesquisador. Portanto, as práticas avaliativas dos trabalhos estiveram vinculadas a um ou mais pontos.

Considerando os três pontos mencionados acima, a obrigatoriedade em comprometer-se com a avaliação do estudante como uma tarefa integrante do currículo e informá-la a direção escolar, aos pais e aos próprio estudantes, foi o ponto de partida da maioria dos professores/pesquisadores ao realizar a avaliação nas atividades de Modelagem, como apresenta o excerto a seguir. Essa constatação também vai de encontro com que identificamos anteriormente a respeito dos critérios: a ênfase em verificar a aprendizagem de conteúdos matemáticos.

*Na escola em que desenvolvemos esta pesquisa, a avaliação é distribuída em três trimestres, em que os valores máximos a serem atingidos em cada um deles é 20, 35 e 45 pontos, respectivamente, sendo que o aproveitamento deve atingir 60%. Dessa forma, nosso trabalho de Modelagem, objeto de análise desta dissertação, teve que se adaptar aos critérios avaliativos da escola [...] (MACHADO, 2006, p. 92).*

**D12**

Ressaltamos que não condenamos que a avaliação do estudante nesse contexto seja voltada para verificação dos conteúdos matemáticos, pelo contrário, julgamos necessário que se tenha esse momento desde que ele não seja o único e esteja a serviço da aprendizagem. Uma avaliação situada somente em verificar a exatidão das respostas (no caso a exatidão de um modelo matemático), a utilização de fórmulas e algoritmos e a contabilização de erros, não vai ao encontro das propostas pedagógicas relacionadas ao trabalho com algumas perspectivas de Modelagem.

A grande questão (e também pode ser a dificuldade de alguns professores) é como lidar, em um quadro avaliativo constituído por nota e conceito, com a produção do estudante, seu envolvimento e aprendizagem durante uma atividade de Modelagem. O que observou-se nas dissertações e teses é que as atividades realizadas de alguma forma visaram atender ao sistema avaliativo da instituição escolar e a prática avaliativa do professor regente das turmas.

Atribuir uma nota apenas para se cumprir a avaliação institucionalizada condiz mais com uma prática de notação do que de avaliação. Isto porque, segundo Hadji (2001), a notação consiste em reduzir acontecimentos a uma nota (número), sendo essa última uma “expressão de juízo que preexiste” (HADJI, 1994, p. 28). Entre outras palavras, a avaliação na

forma de prática de notação não possui meios confiáveis visto que o próprio instrumento para avaliação é o avaliador.

O que difere a notação do “medir para avaliar” é que a medida “atribui um número a um acontecimento ou a um objeto, de acordo com uma regra logicamente aceitável” (HADJI, 2001, p. 27). Assim como todo e qualquer sistema de medida necessita da definição de uma unidade, avaliar na perspectiva do medir não seria diferente. Não foi possível concluir se as práticas avaliativas das dissertações e teses estavam mais voltadas para notação ou medida, devido à falta de informações sobre o processo de avaliação em grande parte dos trabalhos. Mas podemos comprovar que essas práticas estiveram presentes a partir dos excertos abaixo:

*No final do bimestre é preciso atribuir uma nota de 0 a 10 para constar no histórico escolar do aluno e para avaliar seu rendimento escolar em tal bimestre. Durante o trabalho com Modelagem Matemática esse momento ocorreu antes do seu encerramento. Isso veio a acontecer porque havia se encerrado o terceiro bimestre e o projeto se estendeu por uma pequena parte do bimestre seguinte (ANDRADE, 2008, p. 103).*

**D24**

*Para esta segunda atividade de Modelagem Matemática, necessitamos mais que uma avaliação geral da classe, pois o professor da turma permitiu que a atividade valesse nota para os alunos, então devemos avaliar, também, a aprendizagem individualmente. Para nossa avaliação, consideramos que os alunos não precisam ter feito todas as ações destacadas em cada parâmetro para tê-lo atingido, pelo menos uma ação evidenciada já garante que o aluno cumpriu 100% do parâmetro correspondente, e para o aluno que não apresentar nenhuma ação consideramos que este não atingiu o parâmetro (FIGUEIREDO, 2013, p. 79).*

**D10**

Além da notação e da medida, identificamos que “avaliação processual” e/ou “contínua”, foram termos utilizados nas dissertações e teses para relatar o tipo de prática avaliativa realizada pelos professores/pesquisadores. Esta prática esteve associada a realizar uma avaliação durante todo o processo, ou seja, avaliar os estudantes em todos os momentos das atividades.

A opção por avaliar processualmente pode ser justificada pelo fato de em uma atividade de Modelagem o acompanhamento e a orientação dos estudantes sejam ações

realizadas pelo professor, já que os estudantes são responsáveis pelo andamento das atividades. Em concordância com Burak (1992, p. 315), a avaliação voltada para reorientação pode favorecer aspectos como a criatividade durante o processo da Modelagem Matemática e se ela “mostra baixa adequação das respostas dos alunos, pode direcionar o processo na perspectiva da busca do objetivo proposto, por outro caminho não trilhado.”

Diante do que foi relatado nas dissertações e teses, observamos que a avaliação processual foi praticada com o objetivo de auxiliar os professores/pesquisadores não somente no acompanhamento dos resultados, mas em compreender como os estudantes chegaram até eles, buscando entender seu raciocínio, suas estratégias e dificuldades durante a realização das atividades, conforme apresenta o excerto a seguir.

*O episódio registrado e descrito demonstra que a professora reservou esse momento para uma espécie de avaliação do processo em si, das rotas que as atividades tomaram, das atitudes dos alunos e dela própria, da apreensão dos conceitos estudados, etc. Me parece que ela buscava entender e avaliar de que forma os alunos estavam compreendendo as atividades de modelagem (OLIVEIRA, 2010, p. 103).*

**D21**

Em relação ao modo como foi realizada a avaliação processual nas atividades, observamos que algumas ações e atitudes dos professores/pesquisadores foram similares em alguns trabalhos. Isso pode ser justificado por uma comum compreensão do que seja realizar uma avaliação no contexto da Modelagem. A observação, as anotações e o constante diálogo com os estudantes foram ações presentes na prática dos professores/pesquisadores que realizaram a avaliação durante o processo, como mostra o excerto a seguir.

*No referente a avaliação, acreditamos que as respostas dadas pelos alunos nas atividades não seria suficiente para refletir o pensamento dos mesmos, portanto, optamos em manter constante diálogo, a fim de tentar entender seus pensamentos e expectativas, de modo que fosse possível verificar as estruturas cognitivas construídas por eles para que de fato, pudéssemos ajuda-los a construírem seus conhecimentos. (NORONHA, 2006, p. 118).*

**T1**

De acordo com Hadji (2001, p. 32), o julgamento do professor “baseia-se em parte em uma representação construída do aluno e em convicções íntimas que nada têm de científicas (HADJI, 2001, p. 32). Ao manter um diálogo durante as atividades, o professor tem

a oportunidade de criar um espaço de exposição de ideias e discussões a fim de identificar o ponto de vista do estudante em relação a sua aprendizagem e não apenas considerar o seu julgamento formulado.

Os trabalhos que relataram uma avaliação durante o processo também se voltaram para realização de vários momentos avaliativos no decorrer das atividades, como é apresentado no excerto a seguir. Em cada um deles, os professores/pesquisadores se dedicaram a avaliar critérios diferentes. Isso porque, alguns aspectos, como a criação de estratégias para resolução de situações-problemas, a capacidade de argumentação, a participação, o pensamento crítico não são possíveis de serem avaliados somente no término das atividades, considerando-se apenas o produto final dos estudantes.

*As avaliações processuais realizadas ao final de cada etapa da Modelagem Matemática desenvolvida com os estudantes em sala de aula contribuíram para o amadurecimento dos estudantes, e das relações entre eles. (TERES, 2014, p. 138)*

**D33**

O que se observamos em nossa análise é que a escolha por se realizar uma avaliação processual, constituída por vários momentos avaliativos pode estar associada a uma visão de avaliação formativa, já que o próprio desenvolvimento da Modelagem em sala de aula pode fornecer um espaço de formação para o estudante a partir do acompanhamento e intervenção do professor.

Porém, considerar vários momentos curtos de avaliação não garante a realização dessa prática. Segundo Hadji (2001, p. 20), a avaliação para ser formativa não precisa obedecer nenhum padrão metodológico, pois ela “torna-se formativa na medida que favorece o desenvolvimento daquele que aprende, deixando de lado qualquer outra preocupação”.

Diante das práticas avaliativas relatadas nas dissertações e teses, concluímos que elas se constituíram mais como uma observação formativa, pois não podemos garantir a existência concreta de uma avaliação formativa, já que ela não se constitui como um modelo de ação diretamente operatório, o que faz com que ela tenha uma dimensão utópica (HADJI, 2001).

Outra fator a se destacar em relação as práticas avaliativas é de que os professores/pesquisadores buscaram avaliar elementos de acordo com as perspectivas de Modelagem adotadas por eles na realização das atividades, como podemos observar no excerto a seguir.

*A avaliação do trabalho teve os seguintes critérios: participação individual e em grupo, espírito comunitário, assiduidade, atividades cumpridas, organização, apresentação oral, material solicitado, relatórios, autoavaliação. A avaliação era feita diariamente através de registros e observações. Esses critérios de avaliação são sugeridos por Biembengut (2003), para avaliação de todo processo de Modelagem Matemática (VARGAS, 2006, p. 57).*

**D28**

Todavia, quando o critério a ser avaliado era a aprendizagem de conceitos/conteúdos matemáticos, as práticas voltaram-se para realização de testes e provas, independente da perspectiva abordada nas atividades. Além de estar relacionado a configuração do sistema avaliativo presente nas escolas, esse fato pode estar associado ao pensamento de que o trabalho com a Modelagem não fornece um aprendizado suficiente para que o estudante possa realizar um teste ou uma prova, o que faz com que o professor, após as atividades, trabalhe com os estudantes exercícios que estimulam a mecanização e o uso de algoritmos, como mostra o próximo excerto.

*Ao final da aula o professor achou necessário passar também alguns exercícios da apostila didática, sobre termo geral e propriedades de uma PG, para que os alunos não fossem prejudicados caso houvesse alguma avaliação da rede de ensino da qual a escola fazia parte (CAMARGOS, 2010, p. 114).*

**D6**

As práticas avaliativas realizadas pelos professores/pesquisadores, além de terem sido conduzidas pelos seus objetivos pedagógicos e de pesquisa, também sofreram consequências devido ao sistema avaliativo e a concepção de avaliação presente atualmente nas escolas.

#### 4.4 Consequências das práticas de avaliação e Modelagem Matemática

Nessa categoria, nos propusemos a apresentar e comentar como as práticas avaliativas presentes no contexto escolar interferiram na realização das atividades de Modelagem. Conforme mencionamos anteriormente, a obrigatoriedade em se produzir um quadro avaliativo nos moldes institucionais fez com que os professores/pesquisadores tivessem que adaptar as atividades para se enquadrar nessa configuração de avaliação.

A atribuição de notas aos estudantes foi um dos principais fatores que intervíram não somente na realização das atividades de Modelagem, mas também no envolvimento do estudante. Como discutido anteriormente, a maior parte das atividades de Modelagem tiveram que ser adaptadas conforme o sistema de avaliação de cada escola.

A certificação do ano letivo na maioria das escolas baseia-se no resultado de cada bimestre, ao qual se descreve quantitativamente o desempenho do estudante. Nesse sentido, há uma preocupação do professor e do estudante que este último atinja a pontuação necessária para sua aprovação. Consequentemente, há uma valorização de tarefas e atividades que possam lhe destinar pontos para sua nota final. Tal valorização expressa uma forma de “troca” a partir de um acordo entre professor e estudante: o cumprimento de determinadas tarefas e a realização de provas garante a obtenção de notas.

Porém, quando a atividade não “vale nota”, o interesse e motivação do estudante em realizá-la diminui, pelo pensamento de que não ganhará nada em troca. Segundo Hoffman (2005, p. 93), “a não atribuição de notas nos testes e situações não declaradas de provas, são uma das resistências a enfrentar, mas essas resistências diminuem a partir da negociação com os estudantes”. Os pontos avaliativos foram relevantes aos estudantes e estiveram presentes em seus enunciados, como podemos observar nos próximos excertos.

*Como foi uma atividade em que não houve avaliação prevendo nota, para encerrar essa parte da entrevista foi solicitado que expusessem sua opinião sobre: fazer atividades e não valer nota. Os comentários realizados pelos estudantes presentes foram de que, se tivesse avaliação, eles teriam levado mais a sério e também teriam se comportado melhor. Concluíram, então, que para fazer as tarefas com mais motivação, é preciso que sejam realizadas avaliações que valham nota. (ZUKAUSKA, 2012, p. 112).*

**D25**

*Neil: No mais, vocês tem mais alguma coisa a falar sobre o trabalho?*

*Sara: Eu tenho, eu quero passar.*

*Neil: Oi?*

*Sara: Eu tenho, eu quero passar.*

*Neil: O que?*

*Sara: Passar. [Risos]*

*Neil: Passar? Não entendi.*

*Sara: Passar professor. Tirar só nota boa no seu trabalho.*

*Neil: Ah... Passar de ano?*

*Sara: De série, porque de ano todo mundo passa. [Fazendo uma ironia]*

*(ENTREVISTA COLETIVA 1, arquivo mp3 do CD anexo, 4:38-4:59). (VARGAS, 2006, p. 168)*

**D28**

De acordo com Barbosa (2001), a Modelagem deveria ser um convite ao estudante, porém o que observou-se diante das dissertações e teses é que aceitação do convite por parte dos estudantes partiu não apenas pelo interesse nas atividades propostas, mas porque aceitá-lo o faria ter um bom desempenho em relação a avaliação.

A indisciplina também foi considerada como consequência sob as atividades de Modelagem Matemática, visto que avaliação dos estudantes favoreceu uma medida de disciplinamento. A avaliação nessa perspectiva, segundo Luckesi (2011, p. 227), “controla e obriga o estudantes assumir atitudes das quais ainda não está convencido ou que não é capaz de assumir”. Além disso, por se tratar um contexto de pesquisa e para garantir a participação dos estudantes a fim de se coletar os dados, a avaliação adquiriu um caráter disciplinador. O excerto a seguir exemplifica tal prática presente nas dissertações e teses.

*Outro ponto a indicar que essa situação não é muito democrática é que, ao expor que a atividade seria avaliativa, “impediu” que os estudantes se expressassem a favor ou contra, tornando-os mais obedientes, compromissados para desenvolverem-na. (PRANE, 2015, p. 85).*

**D3**

A preocupação com as avaliações escolares finais e a reprovação em Matemática repercutiram na participação dos estudantes e também estiveram presentes nas atividades de Modelagem. De acordo com Silveira e Caldeira (2012), quando os professores utilizam a Modelagem em suas aulas, além da cobrança dos pais pela ausência das tarefas, os estudantes acreditam não estar aprendendo devido à ausência de listas de exercícios e livro didático. Desse modo, os estudantes podem não se sentirem preparados para realizar as avaliações escolares programadas, já que o ato de avaliar não acompanhou o processo de ensino. O excerto abaixo representa essa situação encontrada em alguns trabalhos.

*Quatorze alunos não foram autorizados pelos responsáveis a participarem das oficinas (todos alegaram preocupação com as avaliações finais. (LEAL, 2009, p. 52).*

**D34**

Todos os fatores mencionados anteriormente apontam que as práticas avaliativas que enfatizam a realização de testes e provas, a certificação e a classificação, além de intervirem

no modo como o estudante compreende o processo de ensino e de aprendizagem, também direcionam a prática pedagógica do professor.

## 5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES “NÃO FINAIS”

A Modelagem Matemática é uma tendência que vem sendo defendida há décadas pela comunidade de pesquisadores em Modelagem na Educação Matemática. Vários professores e estudiosos tem se dedicado a investigação dos desafios, possibilidades e contribuições que envolvem essa prática. Porém, a carência propostas e discussões acerca da avaliação do estudante nesse contexto nos motivou a desenvolver a presente pesquisa orientada pela seguinte questão: **O que as pesquisas brasileiras apontam sobre a avaliação dos estudantes em atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica?**

Para isso, buscamos respostas a partir da análise de dissertações e teses defendidas no período de 2006 a 2016 que desenvolveram atividades de Modelagem na Educação Básica. A princípio, tínhamos o conhecimento de que talvez não teríamos sucesso em nossa busca, já que poderíamos não encontrar trabalhos que relatassem a realização da avaliação do estudante pelo fato dessa prática não estar prevista nos objetivos dos pesquisadores.

Em nossa busca e leitura das dissertações e teses, selecionamos os trabalhos que relataram a realização da avaliação do estudante nas atividades de Modelagem e também aqueles que, apesar de não terem feito nenhum tipo de avaliação formal ou informal, trouxeram algumas expressões relacionadas a avaliação que apontaram, ao nosso ver, a influência da prática avaliativa escolar sob as atividades de Modelagem.

Diante das dissertações e teses, procuramos identificar as expressões sobre avaliação do estudante a fim de nos auxiliar a observar o que tem sido feito em termos de avaliação em uma atividade de Modelagem. Logo, os nossos estudos estiveram voltados para algumas perspectivas de Modelagem em Educação Matemática de modo a compreendermos o desenvolvimento e os elementos presentes em uma atividade de Modelagem na Educação Básica. Também nos dedicamos a conhecer e compreender as várias facetas da avaliação no contexto educacional, visto que esse assunto ainda não havia sido estudado por nós com profundidade.

A leitura e a organização dos dados nos permitiram definir as categorias a serem analisadas e discutidas. Tais categorias foram definidas a fim de auxiliar na organização de nossa discussão, visto que o mais importante não era discuti-las como se fossem “gavetas”, mas poder transitar a todo momento em cada uma delas.

Os critérios de avaliação adotados pelos professores/pesquisadores evidenciaram que os mesmos não estão relacionados somente como os objetivos pedagógicos,

mas também com aqueles que se pretendeu atingir com a pesquisa. A diversidade de critérios como a participação, o interesse, o trabalho em grupo, a aprendizagem de conceitos/conteúdos matemáticos, a tomada de atitudes, a criticidade indicam que os professores/pesquisadores buscaram ter como referência para avaliação os elementos que podem ser mobilizados pelos estudantes durante uma atividade de Modelagem.

Dentre os critérios, a participação e a aprendizagem matemática foram os mais utilizados pelos professores/pesquisadores na hora de avaliar. Pelo fato dos estudantes serem responsáveis pela maior parte das etapas da atividade de Modelagem, a participação pode ter sido definida como critério avaliativo a fim de regular o andamento das atividades. A obrigatoriedade em desenvolver e avaliar as competências e habilidades relacionadas a Matemática presente nos currículos, direcionou a avaliação para verificar a aprendizagem de conceitos/conteúdos matemáticos.

Considerando os critérios estabelecidos e também a coleta de dados para que os professores/pesquisadores pudessem realizar sua investigação, alguns instrumentos como o questionário, o teste e a autoavaliação estiveram presentes nas avaliações relatadas nas dissertações e teses. O teste ou a prova escrita foi escolhida a fim de coletar informações a respeito da aprendizagem matemática dos estudantes, sendo realizado sempre ao término das atividades e em alguns casos no início também, para observar o progresso do estudante. Em alguns casos, os testes eram constituídos de questões provenientes de livros didáticos e vestibulares e que não estavam em concordância com a maneira que foi desenvolvida as atividades de Modelagem.

Já o questionário e a autoavaliação, puderam captar outros aspectos relacionados as atividades de Modelagem que não poderiam ser contemplados pelo teste. Apesar da autoavaliação ser instrumento comumente utilizado visando uma avaliação formativa, observou-se que nos trabalhos ela esteve voltada para medir e classificar, solicitando ao estudante que lhe dessem uma nota e/ou conceito a respeito de seu desempenho nas atividades.

Em relação as práticas avaliativas movimentadas nos trabalhos, observou-se que elas tiveram como objetivo principal cumprir um quadro avaliativo obrigatório, a fim de informar sobre a aprendizagem dos estudantes. Embora os professores/pesquisadores tenham buscado consonância com o que vem sendo apresentado e defendido pela comunidade de Modelagem na Educação Matemática a respeito da realização da Modelagem em sala de aula, observa-se que tais práticas ainda não se desprenderam das práticas “tradicionalis” avaliativas atualmente presentes nas salas de aulas, como a utilização de testes e provas.

A prática dos exames, atualmente presente em nossas escolas, proporciona a valorização da atribuição de notas, no sentido de quantificar o desempenho e aprendizagem do estudante a fim certifi-cá-lo em relação ao seu ano letivo e também regular sua disciplina. Além disso, há uma preocupação com a reprovação em Matemática e com a preparação para as avaliações escolares e vestibulares. Esses fatores, trouxeram consequências para as atividades de Modelagem, seja na participação do estudante ou no desenvolvimento da própria Modelagem.

Embora todos os critérios, instrumentos e ações estivessem voltados à aproximação de alguns aspectos presentes nas propostas de Modelagem, a essência da prática avaliativa movimentada nas dissertações e teses ainda encontravam-se enraizadas nas práticas de avaliação tradicionais.

Este trabalho nos permitiu realizar uma primeira aproximação a respeito da avaliação em Modelagem Matemática. Para isso, as dissertações e teses se constituíram como um importante via de acesso para compreendermos, a partir de nossa análise, as práticas avaliativas em Modelagem e seus desdobramentos.

Porém, essa busca em compreender a avaliação em Modelagem não se encerra aqui, pelo contrário, ela é ponto de partida para novos estudos e principalmente para novas reflexões e direcionamento para prática avaliativa nesse contexto.

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, P. **Avaliação e Educação Matemática**. MEM/USU-GEPEM. Rio de Janeiro, 1995. 88p. (Série Reflexões em Educação Matemática).

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um Estudo sobre o Uso da modelagem matemática como Estratégia de Ensino e Aprendizagem. **Bolema**, Rio Claro, n. 22, p. 19-35, 2004. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10529/6935>>. Acesso em: ago. 2017.

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012, 160 p.

ARAÚJO, M. L. H. S. Avaliação internacional: concepções inerentes ao Pisa e seus resultados no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE POLÍTICA E ADMINISTRAÇÃO DA EDUCAÇÃO, 26, 2013, Recife. **Anais...** ANPAE. Recife, pe. 2013. Disponível em: <<http://www.anpae.org.br/simposio26/1comunicacoes/MaLourdesAraujo-ComunicacaoOral-int.pdf>>. Acesso em: ago. 2017. Recife: Anpae, p. 1-12.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores**. 268 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

\_\_\_\_\_. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24, 2001a, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPED, 2001. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/funcoes\\_modelagem/modulo\\_I/modelagem\\_barbosa.pdf](http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/funcoes_modelagem/modulo_I/modelagem_barbosa.pdf)>. Acesso em: ago. 2017.

\_\_\_\_\_. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como? **Veritati**, Salvador, n. 4, p. 73-80, 2004. Disponível em: <<http://sites.uol.com.br/joneicb>>. Acesso em: ago. 2017.

\_\_\_\_\_. As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática. In: **Acta Scientiae**, Canoas, v. 10, n. 1, p. 47-58, 2008. Disponível em: <[http://www.ulbra.br/actascientiae/edicoesanteriores/Acta\\_Scientiae\\_v.10\\_n.1\\_2\\_008.pdf](http://www.ulbra.br/actascientiae/edicoesanteriores/Acta_Scientiae_v.10_n.1_2_008.pdf)>. Acesso em: ago. 2017.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011. 279 p.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3.ed. São Paulo: Contexto, 2006. 389 p.

BAUER, A.; SILVA, V. G. Saeb e qualidade de ensino: algumas questões. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 16, n. 31, p. 113-152. jan./jun. 2005. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/2145>>. Acesso em: ago. 2017.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2011. 127 p.

BIEMBENGUT, M. S. Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Básica. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 2, p. 118-138, jun/dez. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/article/view/22339/0>>. Acesso em: ago. 2017.

\_\_\_\_\_. 30 anos de modelagem matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Santa Catarina. Alexandria, v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009. Disponível em: <<http://alexandria.ppgeet.ufsc.br/files/2012/03/mariasalett.pdf>>. Acesso em: ago. 2017.

BOGDAN, R. C.; BLIKEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto, 1994. 335p.

BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. Estabelecendo critérios para avaliação do uso de modelagem em sala de aula: estudo de um caso em um curso de ciências biológicas. In: BORBA, M. C. **Calculadoras Gráficas e Educação Matemática**. Rio de Janeiro: MEM/USU, 1999. 136 p. (Reflexão em educação matemática).

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais (1ª a 4ª séries)**. Brasília, 1997. 126 p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais (5ª a 8ª séries)**. Brasília, 1998. 174 p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática (1ª a 4ª séries)**, 1997. 142 p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática (5ª a 8ª séries)**. Brasília, 1998, 148 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, 2006. 137 p.

\_\_\_\_\_. Portaria normativa nº 38, de 12 dezembro de 2007. Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, Nº 239, 13 dez. 2007. p. 39. Disponível em: <[https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Portaria\\_Normativa\\_38\\_PIBID.pdf](https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Portaria_Normativa_38_PIBID.pdf)>. Acesso em: ago. 2017.

BRITO, D.; ALMEIDA, L. M. W. O conceito de função em situações de Modelagem Matemática. **Zetetikê**, Campinas, v.13, n. 23, p. 63-86, jan/jun, 2005. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646980/13881>>. Acesso em: ago. 2017.

BUENO, V. C. **Concepções de Modelagem Matemática e subsídios para Educação Matemática: quatro maneiras de compreendê-la no cenário brasileiro.** 2011. 130 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Departamento de Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro preto, 2011.

BURAK, D. **Modelagem matemática: uma alternativa para o ensino de matemática na 5ª série.** 1987. 188 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1987.

\_\_\_\_\_. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino aprendizagem.** 1992. 460 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

\_\_\_\_\_. A modelagem matemática e a sala de aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1, 2004, Londrina. **Anais...** Londrina, 2004. p. 1-8.

\_\_\_\_\_. As Diretrizes Curriculares para o Ensino de Matemática e a Modelagem Matemática. **Perspectiva**, Erechim, v. 29, n. 107, p. 153-161, 2005. Disponível em: <<http://www.dionisioburak.com.br/artigosperiodicos>>. Acesso em: ago. 2017.

\_\_\_\_\_. Uma perspectiva de modelagem matemática para o ensino e a aprendizagem da matemática. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. **Modelagem Matemática: uma perspectiva para a educação básica.** Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010, v. 1, p. 15-38.

\_\_\_\_\_. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Modelagem na Educação Matemática**, Blumenau, v. 1, n. 1, p. 10-27. 2010. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/modelagem/article/view/2012/1360>>. Acesso em: ago. 2017.

BURIASCO, R. L. C. Algumas considerações sobre avaliação educacional. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, n. 22, p. 155-178, 2000. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/2221/2179>>. Acesso em: ago. 2017.

\_\_\_\_\_. Análise da produção escrita: a busca do conhecimento escondido. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 12, 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Champagnat, 2004. v.3, p.243- 251. Disponível em:<<http://endipe.pro.br/site/eventos-anteriores/>>. Acesso em: ago, 2017.

CARMINATTI, S. S. H.; BORGES, M. K. Perspectivas da avaliação da aprendizagem na contemporaneidade. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 23, n. 52, p. 160-178, maio/ago. 2012. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1734/1734.pdf>>. Acesso em: ago. 2017.

CEOLIM, A. J.; CALDEIRA, A. D. Educação Matemática Crítica: aproximações da teoria de Skovsmose com concepções de modelagem de alguns pesquisadores brasileiros. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8, 2013, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Editora do Centro Universitário Franciscano, 2013. v. 1. p. 200-215.

CHUEIRI, M. S. F. Concepções sobre a avaliação escolar. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 19, n. 39, jan/abr. p. 49 -64, 2008. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1418/1418.pdf>>. Acesso em: ago. 2017.

DALTO, J. O.; SILVA, K. A. P. Avaliando uma atividade de modelagem matemática. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2016, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL/UTFPR, 2016, p.270-282. 1 CD-ROM.

DEMO, P. Teoria e prática da avaliação qualitativa. **Perspectivas**, Campos dos Goytacazes, v. 4. n. 7, p. 106-115, jan/jul. 2005. Disponível em: <[http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/revista\\_antiga/article/view/241/160](http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/revista_antiga/article/view/241/160)>. Acesso em: ago, 2017.

DEPRESBÍTERIS, L. A avaliação na educação básica: ampliando a discussão. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, n.24, p.137-146, jul./dez. 2001. Disponível em: < <http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/980/980.pdf>>. Acesso em: ago. 2017.

ESTEBAN, M. T. **O que sabe quem erra?** Reflexões sobre avaliação e fracasso escolar. 3.ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. 198 p.

FERNANDES, R.; STRIEDER, R. Avaliação: revendo ações e conceitos. **Unoesc & Ciência ACHS**, Joaçaba, v. 1 n.2, p. 121-130, jul/dez. 2010. Disponível em: < [https://editora.unoesc.edu.br/index.php/achs/article/view/562/pdf\\_71](https://editora.unoesc.edu.br/index.php/achs/article/view/562/pdf_71)>. Acesso em: ago. 2017.

FIGUEIREDO, D. F.; KATO, L. A. Uma proposta de avaliação de aprendizagem em atividades de modelagem matemática na sala de aula. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 14, n. 2, p. 276-294, 2012. Disponível em: < <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/233>>. Acesso em: ago. 2017.

FIGUEIREDO, D. F. **Uma proposta de avaliação de aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática na sala de aula**. 2013. 122f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Centro de Ciências Exatas. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2012.

FIORENTINI, D. **Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação**. 1994. 425 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

\_\_\_\_\_. Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil. **Zetetiké**, Campinas, v. 3, n. 4, nov. 1995. Disponível: < <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646877/15035>>. Acesso em: ago. 2017.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Brasília: Líber Livro, 2008. 17 p.

GARNICA, A. V. M. História Oral e educação matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. 120p.

HADJI, C. **Avaliação, regras do jogo**: das intenções aos instrumentos. Porto: Porto Editora, 1994. 190 p.

HADJI, C. **Avaliação desmistificada**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001. 136 p.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S.; FRANCO, F. M. M. Avaliar. **Minidicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009. p. 79.

HOFFMANN, J. **Pontos e contrapontos**. 9. ed. Porto Alegre: Mediação 2005. 152 p.

\_\_\_\_\_. **Avaliação Mediadora**: uma prática em construção da pré-escola à universidade. Porto Alegre: Mediação, 2009.

KAISER, G.; LEDERICH, C.; RAU, V. Theoretical approaches and examples for modelling in mathematics education. In: KAUR, B.; DINDYAL, J. **Mathematical applications and Modelling**: Yearbok 2010 Association of Mathematics Educators. Singapore: World Scientific, 2010. p. 219-246.

KATO, L. A. Modelagem matemática e a sala de aula: oportunidades e desafios. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3, 2008, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: Unicentro, 2008. p. 676-682. Disponível em: <[http://www.unicentro.br/editora/anais/iiiepmem/mesas/MT\\_1\\_Lilian\\_676-682.pdf](http://www.unicentro.br/editora/anais/iiiepmem/mesas/MT_1_Lilian_676-682.pdf)>. Acesso em: ago. 2017.

KLUBER, T. E. Um olhar sobre a Modelagem Matemática no Brasil sob algumas categorias fleckianas. In: **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n.2, p.219- 240, jul. 2009. Disponível em: <<http://alexandria.paginas.ufsc.br/files/2012/03/tiago.pdf>>. Acesso em: ago. 2017.

LOPES, C. E. Discutindo ações avaliativas para as aulas de matemática. In: LOPES, C. E.; MUNIZ, M. I. S. **O processo de avaliação nas aulas de matemática**. São Paulo: Mercado de Letras, 2010. p. 135-142.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. 77 p.

LUCKESI, C. C. O que é mesmo o ato de avaliar a aprendizagem? **Pátio**, Rio Grande do Sul, n.12, p. 6-11, fev/mar. 2000. Disponível em: <<https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/2511.pdf>>. Acesso em: ago. 2017.

\_\_\_\_\_. Avaliação da aprendizagem escolar: um ato amoroso. In: \_\_\_\_\_. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 19ª ed. São Paulo: Cortez, 2008. p. 168-171.

\_\_\_\_\_. **Avaliação da aprendizagem**: componente do ato pedagógico. São Paulo: Cortez Editora, 2011. P. 448.

MACIEL, D. M. **A avaliação no processo ensino-aprendizagem de matemática, no ensino médio: uma abordagem formativa sócio-cognitivista**. 2003. 179 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 2003.

MAGNUS, M. C. M. **Modelagem matemática em sala de aula**: principais obstáculos e dificuldades em sua implementação. 2012. 121 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MENDES, O. M. Avaliação formativa no ensino superior: reflexões e alternativas possíveis. In: VEIGA, I.P.A. **Currículo e avaliação na educação superior**. Araraquara: Junqueira & Marin, 2005, p. 150-175.

MENDES, R. M. **A formação do professor que ensina matemática, as tecnologias de informação e comunicação e as comunidades de prática**: uma relação possível. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011. 144 p.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1986, 119 p.

NASCIMENTO, L.; RÔÇAS, G. Os aspectos ideológico e filosófico da avaliação proposta por Hadji. **Polyphonia**, v.26/2, jul./dez. 2015.

LIMA, R. C. N. **Avaliação em Matemática**: análise da produção escrita de alunos da 4ª série do Ensino Fundamental em questões discursivas. 2006. 201 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2006.

OLIVEIRA, A. M. P.; BARBOSA, J. C.; Modelagem matemática e situações de tensão na prática pedagógica de professores. **Bolema**, Rio Claro, v.24, n. 38, p. 265-296, 2011.  
Disponível em: <

<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/4603/3710>>. Acesso em: ago. 2017.

OLIVEIRA, N. R. C. **Avaliação em Matemática**: uma discussão sobre as concepções e práticas de professores do ensino fundamental II da cidade de Campina Grande. 2012. 183 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

OLIVEIRA, W. P.; KATO, L. A. A avaliação em atividades de modelagem matemática na educação matemática: o que dizem os professores? **Acta Scientiae**, Canoas, v. 19, n. 1. p. 49-69, 2017. Disponível em: < <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/2798>>. Acesso em: ago. 2017.

ORTIGÃO, M. I. R. Avaliação e políticas públicas: possibilidades e desafios para Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 21, nº 29, p. 71-78, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/2912/291221870005/>>. Acesso em: ago. 2017.

PAVANELLO, R. M.; NOGUEIRA, C. M. I. Avaliação em matemática: algumas considerações. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 17, n. 33, p. 29-41, jan./abr. 2006. Disponível em: < <http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1275/1275.pdf>>. Acesso em: ago. 2017.

PEDROCHI JUNIOR, O. **Avaliação como oportunidade de aprendizagem em matemática**. 2012. 56f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

PINTO, A. R. Um olhar para natureza da Matemática em atividades de Modelagem. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 20, 2016, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2016. Disponível em: <[http://www.ebrapem2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/04/gd10\\_amanda\\_pinto.pdf](http://www.ebrapem2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/04/gd10_amanda_pinto.pdf)>. Acesso em: ago. 2017.

PRANE, B. Z. D. **Democracia e diálogo na escolha do tema de modelagem**. 2015. 95 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

QUARTIERI, M. T. KNIJNIK, G. Modelagem matemática na escola básica: surgimento e consolidação. **Caderno pedagógico**, Lajeado, v. 9, n. 1, p. 9-26, 2012. Disponível em: < <http://www.univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/842>>. Acesso em: ago. 2017.

ROLDÃO, M.; FERRO, N. O que é avaliar? Reconstrução de práticas e concepções de avaliação. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 26, n. 63, p. 570–594, p. 2015. Disponível em: < <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/3671>>. Acesso em: ago. 2017.

SANTOS, V. S.; GONTIJO, C. H. Percepções de docentes de matemática de ensino médio em relação ao processo de avaliação da aprendizagem. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, 2015, Pirenópolis. **Anais...** Pirenópolis, 2015. Disponível em: [http://www.sbembrasil.org.br/visipem/anais/story\\_html5.html](http://www.sbembrasil.org.br/visipem/anais/story_html5.html)>. Acesso em: ago. 2017.

SANTOS, L. A articulação entre a avaliação somativa e a formativa, na prática pedagógica: uma impossibilidade ou um desafio? **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, vol.24, n.92, p. 637-669, 2016. Disponível em: < <http://ref.scielo.org/dk6chw>>. Acesso em: ago. 2017.

\_\_\_\_\_. Dilemas e desafios da avaliação reguladora. In: MENEZES, L. et al. **Avaliação em matemática: problemas e desafios**. Viseu: Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação, 2008. p. 11-35.

SANTOS, E. R.; BURIASCO, R. L. C. A análise da produção escrita em matemática como estratégia de avaliação: aspecto de uma caracterização a partir dos trabalhos do GEPEMA. In: **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.9, n.2, p.233-247, nov. 2016. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n2p233/32844>>. Acesso em ago. 2017.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 1987. 96 p.

SILVA, M. F. **Trigonometria, Modelagem e Tecnologias: um estudo sobre uma sequência didática**. 2011. 238f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SILVEIRA, E. **Modelagem Matemática em educação no Brasil: entendendo o universo de teses e dissertações**. 1997. 208f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SILVEIRA, E.; CALDEIRA, A. D. Modelagem na sala de aula: resistências e obstáculos. **Bolema**. Rio Claro, v. 26, n. 43, p.1021-1047, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-636X2012000300012>>. Acesso em: ago. 2017.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **Bolema**, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000. Disponível em: <  
[http://www.pucrs.br/famat/viali/tic\\_literatura/metodologia/Skovsmose\\_Cenarios\\_Invest.pdf](http://www.pucrs.br/famat/viali/tic_literatura/metodologia/Skovsmose_Cenarios_Invest.pdf)>. Acesso em: ago. 2017.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica: A questão da democracia**. São Paulo: Editora Papirus, 2001. 160 p.

SOARES, M. R. et al. A modelagem matemática no ensino de matemática: desafios e contribuições. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. 5, 2016, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016. Disponível em: <  
<http://www.sinect.com.br/2016/selecionados.php?ordem01=area&ordem02=titulo>>. Acesso em: ago. 2017.

SORDI, M. R. L. Alternativas propositivas no campo da avaliação: por que não? In: CASTANHO, S.; CASTANHO, M. E. **Temas e textos em metodologia do ensino Superior**. Campinas: Papirus, 2001. p. 171-182.

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, 2013. Disponível em: <  
<http://rbep.inep.gov.br/index.php/rbep/article/view/381/372>>. Acesso em: ago. 2017.

VASCONCELLOS, M. M. M. **Avaliação & ética**. 2. ed. Londrina: Eduel, 2009.

VASCONCELOS, L. O. **O conceito de função nas pesquisas dos Encontros Nacionais de Educação Matemática (1987-2013)**. 2016. 153 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

VELEDA, G. G.; BURAK, D. Modelagem matemática e o desafio da avaliação: revisitando as propostas nacionais e internacionais. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2016, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL/UTFPR, 2016, p.339-352. 1 CD-ROM.

VILLAS BOAS, B. M. F. **Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico**. Campinas: Papirus, 2004. 191 p.

## APÊNDICES

### Apêndice A

Quadro 1 Relação de dissertações e teses selecionadas por programa de pós-graduação.

Instituição de ensino	Programa de pós-graduação	Total de dissertações selecionadas	Total de teses selecionadas
FURB	PPGECIM	4	-
IFES	PPGECM	2	-
PUC – MG	PPGECM	1	-
PUC – RS	PPGECM	8	-
PUC – SP	PPGpEM	3	-
PUC – SP	PPGEM	1	-
UCB	PPGE	1	-
UEL	PPGECEM	3	-
UEM	PPGECM	3	-
UEPB	PPGECM	2	-
UEPG	PPGE	2	-
UFBA/UEFS	PPGEFHC	3	-
UFES	PPGEEB	1	-
UFJF	PPGEM	3	-
UFMG	PPGE	1	-
UFOP	PPGEM	4	-
UFPA	PPGECM	3	-
UFRGS	PPGEM	6	-
UFRN	PPGECNM	1	-
UFRN	PPGE	-	1
UFSCar	PPGE	1	-
UFSCar - Sorocaba	PPGECE	1	-
ULBRA	PPGECIM	2	-
UNESP – Rio Claro	PPGEM	1	-
UNIBAN	PPGEM	1	-
UNICAMP	PPGE	-	1
UNIFRA	PPGEFM	2	-
UNIGRANRIO	PPGECEB	3	-
UNIVALI	PPGE	1	-
UNIVATES	PPGECE	4	-
URI	PPGECT	1	-
Total		71	2

Fonte: da autora.

## Apêndice B

Quadro 2 Dissertações e tese selecionada para constituição do *corpus* da pesquisa.

Código de identificação	Título	Autor (a)	Instituição	Ano
T1	As geometrias urbanas e isoperimétrica: uma alternativa de uso em sala de aula.	Claudianny Amorin Noronha	UFRN	2006
T2	A Matemática no Projeto Ciência na Escola: a busca da autonomia dos alunos.	Claudinei de Camargo Sant'Ana	UNICAMP	2008
D1	Modelagem Matemática no Ensino Fundamental: interesse em aprender Matemática.	Ana Luisa Fantini Schmitt	FURB	2010
D2	Modelagem Matemática e introdução da função afim no ensino.	Belissa Schonardie	UFRGS	2011
D3	Democracia e diálogo na escolha do tema na Modelagem Matemática.	Bruna Zution Dalle Prane	UFSCar	2015
D4	Construção do conceito de função em um ambiente de Modelagem Matemática: estudo da renda de uma associação de reciclagem de resíduos sólidos.	Camila Maria Dias Papung	IFES	2016
D5	Modelagem Matemática como ambiente de aprendizagem de conteúdos algébricos no 9º ano do Ensino Fundamental.	Charles Max Sudério Cavalcanti dos Santos	UEPB	2014
D6	Música e Matemática: a harmonia dos números revelada em uma estratégia de Modelagem.	Chrisley Bruno Ribeiro Camargos	UFOP	2010
D7	Modelagem nas ciências e Matemática: das ideias às expressões dos alunos do Ensino Fundamental.	Cíntia Regina Fick	PUC-RS	2015
D8	Modelagem Matemática na Educação do campo.	Cleonice Ricardi Nunes Feyh	FURB	2013
D9	Modelagem nas Ciências e Matemática como método de ensino com pesquisa no Ensino Médio.	Cristiano Romais	FURB	2014
D10	Uma proposta de avaliação de aprendizagem significativa em atividades de Modelagem Matemática na sala de aula.	Denise Fabiana Figueiredo	UEM	2013

D11	Uma proposta de ensino de estatística na 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental.	Elisa Daminelli	UFRGS	2011
D12	Modelagem Matemática e Resolução de Problemas.	Elisa Spode Machado	PUC-RS	2006
D13	A viabilidade do ensino de Matemática discreta no Ensino Médio usando Modelagem.	Gessé Pereira Ferreira	UNIGRANRIO	2009
D14	As contribuições da Etnomodelagem Matemática no estudo de geometria espacial.	Giseli Verginia Sonogo	UNIFRA	2009
D15	A resolução de problemas, a Modelagem Matemática e o desenvolvimento de habilidades matemáticas em alunos do 7º ano do Ensino Fundamental.	Katia Cristina Zequim	UFSCar-Sorocaba	2014
D16	Modelagem Matemática no Ensino Médio: um olhar sobre a necessidade de aprender Matemática.	Katia Regina da Silva Korb	FURB	2010
D17	Utilizando a Modelagem Matemática no processo de ensino para a aprendizagem no 9º ano do Ensino Fundamental sob uma perspectiva de Educação Matemática sócio-construtivista-interacionista.	Laércio Conceição Pedrosa Nogueira	UFOP	2014
D18	Modelação Matemática e alfabetização científica da Educação Básica.	Lisiane Milan Selong	PUC-RS	2013
D19	Proposta de ensino de estatística em um turma do 9º ano do Ensino Fundamental com o uso do programa R-Commander.	Luís Henrique Pio de Almeida	UFRGS	2014
D20	Modelagem Matemática e o ensino de função do 1º grau.	Luiz Gonçalves Filho	PUC-SP	2011
D21	Interpretação e comunicação em ambientes de aprendizagem gerados pelo processo de Modelagem Matemática.	Marcelo de Sousa Oliveira	UFPA	2010
D22	Trigonometria, Modelagem e tecnologias: um estudo sobre uma sequência didática.	Marlizete Franco da Silva	PUC-MG	2011
D23	A Modelagem Matemática no Ensino Médio: uma proposta para problematizar o tema fabricação refrigerantes.	Mauro Dalla Costa	URI	2015
D24	Ensino e aprendizagem de Estatística por meio da	Mirian Maria Andrade	UNESP-Rio Claro	2008

	Modelagem Matemática: uma investigação com o Ensino Médio.			
D25	Modelação Matemática no Ensino Fundamental: motivação dos estudantes em aprender geometria.	Nara Sílvia Tramontina Zukauskas	PUC-RS	2012
D26	A Modelagem como uma “atividade” de “seres-humanos-com-mídias”.	Neil da Rocha Canedo Júnior	UFJF	2011
D27	Modelagem Matemática: uma metodologia alterativa de ensino.	Patrícia Abdanur	UEPG	2006
D28	Modelagem Matemática: um ambiente de ensino e aprendizagem significativa na 8ª Série do Ensino Fundamental.	Paulo Roberto Ribeiro Vargas	ULBRA	2006
D29	Modelagem Matemática em um projeto de um ginásio escolar.	Rafael Zanoni Bossle	UFRGS	2012
D30	O uso da Modelagem Matemática para o ensino da função seno no Ensino Médio.	Ricardo Ferreira dos Santos	PUC-SP	2014
D31	Atividades de Modelagem Matemática visando a uma aprendizagem significativa de funções afins, fazendo o uso do computador como ferramenta de ensino.	Rosane Fátima Postal	UNIVATES	2009
D32	Aprendizagem significativa de função do 1º grau: uma investigação por meio da Modelagem Matemática e dos mapas conceituais.	Silas Venâncio da Luz	UEM	2010
D33	Em direção à Educação Matemática crítica: A análise de uma experiência de Modelagem pautada na investigação e no uso da tecnologia.	Silvana Leonora Lehmkuhl Teres	UNIVALI	2014
D34	O ensino de algoritmos no ensino médio: por que não?	Willian da Silva Leal	UNIGRAN RIO	2009

Fonte: da autor

