

Um olhar para a natureza da Matemática em atividades de Modelagem

Amanda Ribeiro Pinto¹

GD10 – Modelagem Matemática

A presente pesquisa qualitativa, em fase de construção, tem como objetivo identificar e analisar a natureza internalista ou externalista da Matemática quando aplicadas em atividades de Modelagem na Educação Básica. Para isso iremos analisar, em dissertações e teses, atividades de Modelagem na Educação Básica, no sentido de identificar se tais atividades privilegiam a natureza internalista ou externalista da Matemática, quando trabalhadas em sala de aula. A fundamentação teórica consistirá no estudo dos aspectos que permeiam o ensino de Matemática quando subsidiados pela Modelagem na Educação Matemática em seus aspectos os valores formativo, sociológico, estético, cultural e utilitário. A análise dos dados será feita a partir da organização dos temas mais emergentes nos trabalhos para criação de categorias que serão discutidas a luz dos referenciais teóricos. A pesquisa nos fornecerá suporte para compreender qual a predominância da natureza da Matemática e o que isso representa em termos de educação e seus desdobramentos no trabalho do professor e na formação do aluno.

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

Introdução

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), ocorreram várias reformas curriculares, ao longo dos anos, no ensino de Matemática no Brasil. Uma delas, por exemplo, foi o Movimento da Matemática Moderna, ocorrido entre as décadas de 60 e 70 do século XX que consistiu em aproximar a Matemática desenvolvida na escola daquela que era produzida pelos matemáticos. Tal movimento serviu para atender uma política de modernização econômica e permitir o acesso dos alunos ao pensamento científico e tecnológico (BRASIL, 1997, p. 20). As influências desse movimento no Brasil colocaram o professor como protagonista do ensino, que tinha por objetivo expor o conteúdo da Matemática, com formalismo e rigor, cabendo ao aluno reproduzir a linguagem e os raciocínios lógicos ditados por ele.

Na década de 80 até meados nos anos 90 do século XX, foram elaboradas, em diferentes países, várias propostas de ensino de Matemática que pretendiam romper com os moldes educacionais usuais, muitas delas pela compreensão da relevância de aspectos sociais, antropológicos, linguísticos e cognitivos na aprendizagem da Matemática. Essa

¹ Universidade Federal de São Carlos, e-mail: amandarijb@gmail.br, orientador: Prof. Dr. Ademir Donizeti Caldeira.

nova visão permitiu o surgimento de diversas propostas para o ensino tais como o direcionamento para uma formação cidadã, a importância do aluno em desempenhar um papel ativo na construção do conhecimento e o trabalho com o seu cotidiano a partir da resolução de problemas. No Brasil, elas vêm sendo discutidas e algumas incorporadas aos currículos. É nesse contexto que a Modelagem Matemática teve seu surgimento (KLUBER, 2007).

A Modelagem se configurou como uma Tendência em Educação Matemática devido ao impulso e consolidação de seus precursores. Nesse sentido, professores e pesquisadores têm se dedicado a sua investigação, principalmente, na Educação Básica, produzindo relatos de experiências, artigos, dissertações e teses.

De acordo com Biembengut (2009), podemos encontrar várias concepções de Modelagem presentes na Educação Matemática que se diferem em suas características devido a formação e experiência de cada um dos precursores e pesquisadores. A escolha por determinada concepção ou maneira de se fazer a Modelagem na sala de aula e também se a Matemática será abordada como um meio ou como um fim em si mesma durante as atividades, podem depender dos objetivos do professor ou até mesmo de suas crenças de matemática e de ensino.

Diante dessas considerações, formulamos a seguinte questão de investigação que direcionará nossa pesquisa: *As pesquisas brasileiras, envolvendo atividades de Modelagem Matemática na Educação Básica, apontam um ensino de natureza internalista ou externalista da Matemática?* Para respondermos e discutirmos essa questão, traçamos como objetivo principal identificar e analisar a natureza, internalista ou externalista, da Matemática quando aplicadas em atividades de Modelagem na Educação Básica. A seguir, apresentaremos alguns pressupostos teóricos referentes a Modelagem na Educação Matemática e a natureza da Matemática que irão nos dar suporte durante a realização da pesquisa.

Modelagem na Educação Matemática

A Modelagem Matemática apresenta-se como uma possibilidade de ensino de Matemática a partir de problemas que fazem referência a situações do cotidiano. Na literatura (BASSANEZI, 2006; BIEMBENGUT E HEIN, 2011; BURAK, 2009; BURAK, 2010; BARBOSA, 2001; CALDEIRA, 2009) é possível identificarmos várias concepções,

estruturas de realização, justificativas e finalidades do seu uso que apresentam diferenças e semelhanças entre si, sejam na teoria ou na prática.

De acordo com Bassanezi (2006), a Modelagem é a “arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (p.16). O autor adota a denominação Modelagem como estratégia de ensino-aprendizagem em cursos regulares ou não – que, neste caso, é nomeada por Modelação Matemática (modelagem em Educação).

Segundo Bassanezi (2006), pelo processo de Modelagem, o ensino de um teorema não segue o esquema: enunciado-demonstração-aplicação, que é tradicionalmente usado nas escolas. 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. Além disso, possibilita que os alunos, juntamente com o professor, cheguem aos resultados pretendidos.

Biembengut & Hein (2011) também denominam a Modelagem na Educação Matemática como Modelação, na qual a Modelagem sofre algumas alterações/adaptações para desenvolver o currículo a partir de um tema ou modelo matemático, orientando os alunos a construir seu próprio modelo/modelagem.

O autores destacam alguns objetivos da Modelagem na sala de aula como: ensinar conteúdos matemáticos; ensinar ao aluno a fazer pesquisas sobre assuntos de seu interesse; promover a criatividade e um bom conhecimento matemático; trabalhar a aplicabilidade da Matemática; integrar a Matemática a outras áreas do conhecimento e despertar maior interesse pelo ensino e aprendizagem dos alunos.

O desenvolvimento da Modelação na sala de aula ocorre com as seguintes etapas: a Interação, que é o reconhecimento da situação-problema e a familiarização com o assunto a ser modelado; a Matematização, que é a formalização e resolução do problema em termos de modelo e; o Modelo matemático, na qual a solução é interpretada e o modelo validado.

É possível perceber que Bassanezi e Biembengut & Hein enfatizam a importância da Modelagem no ensino e aprendizagem, tanto na questão de aplicabilidade da Matemática como na da criação de uma competência crítica do aluno, mas para estes é essencial à obtenção do modelo em uma linguagem matemática. Nessa perspectiva, a Modelagem Matemática pode ser vista como uma metodologia de construção de modelos matemáticos. Apesar de serem tratados outros aspectos, a atenção é voltada principalmente para os modelos. Logo, se o professor deseja

trabalhar essa atividade em sua sala de aula deve criar condições para que o aluno aprenda a fazer modelos, seja a partir de expressões algébricas, representações geométricas ou gráficas, mesmo que o modelo não seja obtido de imediato.

Uma outra perspectiva que podemos encontrar é Modelagem Matemática como metodologia ou estratégia de ensino com enfoque maior no processo de ensino e de aprendizagem do que no modelo matemático. Segundo Burak (2009), a Modelagem é uma metodologia de ensino cujo objetivo é possibilitar ao aluno comparar e relacionar os fenômenos do cotidiano com a Matemática e assim fazer uso de suas ferramentas para fazer previsões e tomar decisões. O trabalho com a Modelagem na sala de aula permite que os alunos sejam responsáveis pelo processo, pois há uma motivação devido ao interesse do assunto, diferente da proposta tradicional na qual o professor é o transmissor de conceitos universais e o aluno é um ser “passivo” que deve assimilar esses conceitos.

No que se refere à compreensão do processo de ensino e aprendizagem, Burak (2010) sustenta-se nas teorias Construtivista, Sócio-Interacionista e de Aprendizagem Significativa. A justificativa de sua escolha por essas bases teóricas é o entendimento de que o aluno é um agente da construção do próprio conhecimento e também por considerarem o professor como mediador.

São cinco etapas consideradas fundamentais para o processo da Modelagem na Educação Básica descritas por Burak (2010): 1) Escolha de um tema; 2) pesquisa exploratória, 3) levantamento dos problemas; 4) resolução dos problemas e o desenvolvimento dos conteúdos no contexto do tema; 5) análise crítica da(s) solução(ões). Nesse processo, o foco se encontra na construção do conhecimento matemático, ou seja, na realização da atividade de ensino e de aprendizagem. Nesse caso, a construção dos modelos não é o fim único da Modelagem.

A Modelagem também pode ser compreendida com um ambiente de aprendizagem, no qual tanto a Modelagem quanto a Matemática permitem aos alunos desenvolverem sua competência crítica e a oportunidade de discutir a natureza dos modelos matemáticos e o papel desses na sociedade.

De acordo com Barbosa (2001, p. 31), a “Modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”. Seu subsídio teórico é a corrente sóciocrítica, pois as atividades buscam abranger o conhecimento matemático, de modelagem e o reflexivo. Tais atividades “são consideradas como um meio de indagar e

questionar situações reais por meio de métodos matemáticos, evidenciando o caráter cultural e social da matemática” (BARBOSA, 2001, p. 29).

Quanto ao processo para realizar Modelagem Matemática na sala de aula, Barbosa (2001) 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.

O modo como as atividades serão organizadas depende das possibilidades do contexto escolar, da experiência do professor ou do pesquisador, dos interesses dos alunos 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 alunos.

No Caso 1, o professor é responsável pela descrição da situação, dos dados (que podem ser reais) e do problema. Logo, cabe aos alunos a resolução da situação problema. No Caso 2, o professor traz para sala de aula um problema não matemático e os alunos ficam responsáveis pela coleta de informações que podem ajudá-los a resolver o problema proposto. Nesse caso, eles têm mais participação no seu processo de aprendizagem. No Caso 3, a Modelagem é trabalhada com projetos que são desenvolvidos a partir de um tema escolhido pelo professor ou pelos alunos. Quando inseridos nesse caso, os alunos são responsáveis pela coleta de informações, pela formulação e resolução do problema, tornando-se protagonistas no seu processo de aprendizagem, sendo o professor apenas um mediador e orientador.

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 alunos 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.

Ainda encontramos a Modelagem proposta por Caldeira (2009), como uma concepção de educação matemática. O ensinar e aprender a partir da Modelagem Matemática nos permite aproximar da “tendência em que o conhecimento se articule entre

os homens, compartilhando saberes e constituindo-se em cultura” (CALDEIRA, 2009, p. 43), já que a mesma está relacionada com a realidade do aluno.

Para realizarmos essa aproximação é necessário olharmos para a Modelagem não somente como uma metodologia que permita oferecer significados aos conceitos matemáticos ou que os mesmos sejam descobertos a partir das aplicações em situações do cotidiano, fazendo referência a uma única matemática. O que se defende é uma Modelagem na qual alunos e professores construam outros significados para a matemática que eles já conhecem e utilizam, permitindo desenvolver uma compreensão sociocultural do mundo em que vivem (CALDEIRA, 2009).

A escolha por determinada concepção ou maneira de desenvolver a Modelagem na sala de aula pode estar relacionada com a perspectiva de ensino de Matemática que se pretende trabalhar e pode ser justificada por razões de natureza internalista ou externalista.

A natureza internalista e externalista da Matemática

A natureza internalista e externalista da Matemática pode ser compreendida a partir dos valores atribuídos à Matemática que são apresentados por D’Ambrósio (1993): valor formativo, valor sociológico, valor estético, valor cultural e valor utilitário.

A Matemática tem valor formativo ao permitir que o aluno desenvolva tipos de raciocínio, como o lógico e o dedutivo, que auxiliam na estruturação do seu pensamento e estão presentes na construção de conhecimentos matemáticos, seja a partir da elaboração de uma demonstração ou na obtenção de uma lei.

Por sua própria universalidade, a Matemática tem seu valor sociológico, pois é instituída como um conhecimento universal. Logo, se torna importante a reflexão a respeito de sua institucionalização e a natureza do seu conhecimento.

O valor estético da Matemática refere-se a sua beleza intrínseca como construção lógica e formal e pode ser percebido de diferentes formas, seja pela admiração por uma demonstração de um teorema ou pela sua aplicabilidade.

Cada grupo cultural tem sua forma de contar, medir, classificar e raciocinar. Ou seja, cada grupo cultural tem a sua “matemática”. Assim, a Matemática tem valor cultural por ser parte integrante de determinadas culturas. A Matemática ensinada nas escolas pode ser entendida como parte de um processo de dominação cultural, que tem suas raízes em um processo de colonização associado à expansão da civilização ocidental.

A Matemática tem seu valor utilitário ao desenvolver a capacidade do aluno de lidar com situações próximas de sua realidade e atender as demandas de sua sociedade, preparando-o para participação política, para analisar e interpretar dados estatísticos, resolver situações conflituosas e tomar decisões. Nesse sentido, ela se torna um requisito de instrumento de trabalho, sendo utilizada como um seletor social, e conseqüentemente, como uma ferramenta nas relações de poder.

Os valores formativo, sociológico e estético são de natureza internalista, ou seja, justificam o ensino buscando respostas dentro da própria Matemática. Por outro lado, o valor cultural e o valor utilitário são de natureza externalista, pois buscam valorizar o impacto da Matemática no contexto social, político e cultural (D'AMBRÓSIO, 1993).

Percursos metodológicos

Pretendemos investigar se as pesquisas brasileiras, envolvendo atividades de Modelagem Matemática na Educação Básica, apontam um ensino de natureza internalista ou externalista da Matemática. Para isto, iremos identificar e analisar a natureza, internalista ou externalista, da Matemática quando aplicadas em atividades de Modelagem na Educação Básica. Portanto, a pesquisa é de abordagem qualitativa, pois “na pesquisa qualitativa a preocupação do pesquisador não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, etc.” (GOLDENBERG 1999, p. 14).

Para cumprir o nosso objetivo, iremos realizar uma análise documental na qual olharemos para as dissertações e teses brasileiras de Modelagem Matemática realizadas na Educação Básica e defendidas até 2016 a fim de identificar e discutir a natureza da Matemática que emerge nas aulas quando se faz uso da Modelagem.

Iniciamos nosso percurso a partir da busca e seleção de trabalhos no Banco de Teses da CAPES² porém, na nova versão do sítio eletrônico só estão disponíveis na íntegra trabalhos defendidos a partir de 2013. Os trabalhos inferiores a 2013 estão disponibilizados somente informações como autor, título, programa e instituição. Além disso, não é possível realizar uma “busca avançada” a partir das palavras-chave, assunto ou resumo o que dificulta a busca dos trabalhos, já que ao digitar um termo tem-se como resultados todos os trabalhos de todas as áreas que contém o termo.

² <http://bancodeteses.capes.gov.br/banco-teses/#/>

Optamos por outra ferramenta de busca: pesquisar e selecionar as dissertações e teses por Programas de Pós-Graduação. Para isto, selecionamos alguns Programas de Pós-Graduação *stricto sensu* das áreas de Ensino de Ciências e Matemática, Ensino e Educação da CAPES, através da Plataforma Sucupira³. Os Programas da área de Educação Matemática encontram-se na área de Ensino de Ciências e Matemática e de Educação. Consideramos os Programas em funcionamento e que oferecem os cursos de Mestrado, Doutorado e Mestrado Profissional. Os Programas que não foram selecionados possuíam linhas de pesquisa específicas, como física, química, história, filosofia e saúde, o que descarta a possibilidade de produção de trabalhos de Modelagem para o ensino de Matemática. Obtivemos a seguinte seleção:

Tabela 1 Programas de Pós-Graduação da CAPES selecionados por área

Área	Nº de Programas de Pós-Graduação encontrados	Nº de Programas de Pós-Graduação selecionados
Ensino de Ciências e Matemática	94	83
Ensino	60	24
Educação	162	139
Total de Programas	316	246

Fonte – Dados da pesquisa

Após essa etapa foi feita uma nova seleção de Programas na qual desconsideramos os que foram criados em 2015 e 2016, por não terem ainda trabalhos defendidos. O total final foi de 223 Programas selecionados.

O critério considerado para seleção das dissertações e teses foram as que desenvolveram a Modelagem Matemática no contexto da sala de aula da Educação Básica com alunos de Ensino Fundamental e Médio. Não foram considerados pesquisas realizadas com o Ensino Médio Técnico e com a Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A busca iniciou-se com os Programas que começaram a funcionar a partir de 2011, pois todos os seus trabalhos já estão disponíveis na Plataforma Sucupira, já que a mesma possui trabalhos de origem a partir de 2013. No total, 80 Programas foram pesquisados na Plataforma, nos quais se encontraram apenas um trabalho de acordo com nosso critério.

³ <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>

Após essa etapa, buscamos as dissertações e teses disponíveis digitalmente nas suas respectivas bibliotecas de sistema de Comutação Bibliográfica (COMUT) dos Programas. Para busca, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: modelagem matemática educação, modelagem matemática ensino, modelação matemática educação, modelação matemática ensino. Essa etapa está em processo de finalização, portanto ainda não temos a quantidade total de trabalhos, mas até momento já foram 93 selecionados. Pretendemos fazer um novo recorte, no qual escolheremos por pesquisas realizadas ou no Ensino Fundamental ou Médio.

Para realizar análise das dissertações e teses serão destacados os procedimentos que conduzirão a pesquisa bibliográfica. Segundo Fiorentini e Lorenzato (2012) nesse tipo de pesquisa a coleta de informações é feita a partir de fichamento das leituras, que auxilia na organização sistemática dos registros relativos às informações. Após selecionar os trabalhos, estes serão categorizados conforme: 1) Dados formais: título, autor, orientador, ano de publicação, modalidade (dissertação ou tese), programa, instituição. 2) Dados Analíticos: questão de investigação, objetivo geral, justificativa, concepção de Modelagem, tema, desenvolvimento da atividade. 3) Considerações finais.

A análise dos dados consistirá na organização dos temas mais emergentes nos trabalhos para criação de categorias que serão discutidas a luz dos referenciais teóricos que irão compor a pesquisa.

Algumas considerações finais

Esse artigo apresenta uma pesquisa em fase de construção. A coleta de dados foi iniciada no segundo semestre, porém ainda não temos resultados parciais. Além de identificar qual a predominância da natureza da Matemática nas dissertações e teses brasileiras de Modelagem na Educação Básica, essa pesquisa também nos fornecerá suporte para compreender o que tal predominância representa em termos de educação e seus desdobramentos no trabalho do professor e na formação do aluno.

Referências

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores**. Rio Claro, 2001. 268 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática),

Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 2001.

BARBOSA, J. C. **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: 14 mar. 2013.

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

BIEMBENGUT, M. 30 anos de modelagem matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia.** Santa Catarina. v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino.** 5. ed., 1ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais de Matemática.** Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BURAK, D. Da educação matemática à modelagem matemática: um olhar para as práticas em sala de aula. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6., 2009, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2009. p. 10-27.

BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem na Educação Matemática.** v. 1, n. 1, 10-27, 2010.

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

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer.** São Paulo: Atica, 1993.

FIorentini, D.; Lorenzato, S. **Investigação em Educação Matemática: Percursos teóricos e metodológicos.** 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar.** 3. ed. Rio de Janeiro: Record. 1999.

KLUBER, T. M. **Modelagem Matemática e Etnomatemática no Contexto da Educação Matemática: aspectos Filosóficos e Epistemológicos.** 2007. 151 p. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2007.