

Perspectivas da modelagem matemática nos cursos de licenciatura em matemática no Brasil

Lucineia Oenning*, Elisângela Aparecida dos Santos**, Márcio Urel Rodrigues***

Resumo

O presente artigo é um recorte de uma pesquisa de Mestrado inserida no Âmbito da formação inicial de Professores de Matemática que objetivou **investigar a maneira como a Modelagem Matemática está explicitada nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil, bem como identificar as diferentes perspectivas de Modelagem Matemática contidas na formação inicial de professores de Matemática no Brasil.** A questão norteadora da pesquisa foi: **O que se revela sobre a presença da Modelagem Matemática nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil?** Adotamos os pressupostos da pesquisa qualitativa na modalidade documental, sendo o *corpus* da pesquisa constituído por 235 PPCs de Licenciatura em Matemática no Brasil, nos quais, analisamos as ementas das disciplinas. Utilizamos como referencial teórico as bases do conhecimento para o ensino propostas em Shulman (1986), e pesquisas que abordam especificamente a Modelagem Matemática nas Licenciaturas em Matemática. Para direcionar à análise dos dados (ementas dos PPCs) recorreremos à Análise de Conteúdo na perspectiva de Bardin (1977) e Rodrigues (2019), a qual nos possibilitou a constituição de duas Categorias de Análise: (i) Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática; e (ii) Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática, pelas quais interpretamos por meio dos aportes teóricos da pesquisa – o que nos proporcionou compreensões do objeto investigado. Identifi-

* Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-graduação – PPGCEM - da Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT – Barra do Bugres/MT. Professora da Educação Básica do Estado de Mato Grosso – Barra do Bugres/MT. E-mail: neiaoenning@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7137-9957>

** Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-graduação – PPGCEM - da Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT – Barra do Bugres/MT. Professora da Educação Básica do Estado de Mato Grosso – Tangará da Serra/MT. E-mail: elisangelaa.santos@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2765-236X>

*** Doutor em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista – Unesp/Rio Claro/SP. Professor da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Barra do Bugres/MT. E-mail: marcio.rodrigues@unemat.br Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-8932-3815>

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12633>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 03/06/2021 – Aceito em: 07/02/2022

ISSN: 2595-7376



camos à presença de apenas 43 disciplinas que abordam a Modelagem Matemática dos 235 Projetos Pedagógicos dos Cursos de Licenciatura em Matemática, o que equivale a 18,3%. Identificamos 25 disciplinas obrigatórias de Modelagem Matemática com carga horária de até 60 horas e 18 disciplinas com carga horária maior de 60 horas. Esses dados revelam uma carga horária insuficiente para trabalhar as diferentes perspectivas, concepções, abordagens, atividades e possibilidades de práticas de ensino envolvendo a Modelagem Matemática na formação do futuro professores de Matemática que atuará nas escolas da Educação Básica. Assim sendo, inferimos a necessidade de duas disciplinas com carga horária de 60 horas cada envolvendo as duas perspectivas (focos das categorias) de Modelagem Matemática na formação inicial de professores de Matemática, pois constatamos que a Modelagem Matemática pode ser abordada como aplicações de conteúdos de Matemática, bem como abordagem metodológica de ensino de Matemática.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Licenciatura em Matemática. Conhecimentos Necessários à Docência. Modelos Matemáticos. Projetos Pedagógicos de Cursos.

Introdução

No presente artigo partimos do princípio da necessidade de fomentar o debate e aprofundamentos das diferentes perspectivas da Modelagem Matemática no contexto da formação inicial de professores de Matemática no Brasil. Para isso, realizamos um recorte da dissertação de mestrado “Modelagem Matemática nos Cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil: Um Olhar Para os Projetos Pedagógicos de Cursos” e defendida em março de 2021 no Programa da Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT – Campus de Barra do Bugres/MT.

A referida pesquisa esteve vinculada ao projeto de pesquisa intitulado “Conhecimentos Necessários à Docência e à Formação Inicial de Professores de Matemática no Estado de Mato Grosso”, institucionalizado na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, por meio da Portaria nº 1049/2017 de 03 de maio de 2017, coordenado pelo Dr. Márcio Urel Rodrigues. Além disso, sua configuração sofreu influência dos professores e pesquisadores participantes do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática nas Escolas – GEPEME/UNEMAT¹

A nossa motivação para realizar a pesquisa consiste na possibilidade de elencarmos reflexões e interpretações sobre a Modelagem Matemática para aperfeiçoar a formação inicial do professor de Matemática, pois diversos pesquisadores: Almeida e Dias (2007); Barbosa (2001, 2002, 2004), Biembengut e Hein (2005), Burak e Kluber (2013); Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) entre outros, evidenciam que o

objetivo é levar aos professores a Modelagem Matemática como uma abordagem teórico-prática e alternativa na prática profissional.

Considerando o exposto acima, objetivamos investigar a maneira como a Modelagem Matemática está explicitada nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil. Buscando atender aos objetivos da presente pesquisa constituímos à seguinte questão de investigação: O que se revela sobre a presença da Modelagem Matemática nos Projetos Pedagógicos de Curso de licenciatura em Matemática no Brasil?

Na busca por respostas a esse questionamento, acreditamos que os dados apresentados neste artigo proporcionarão reflexões a respeito das perspectivas da Modelagem Matemática trabalhadas com os futuros Professores de Matemática nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, pois o nosso foco foi analisar os PPCs em um contexto global.

Tendo em vista os objetivos e a pergunta norteadora, no presente trabalho, em um primeiro momento, explicitamos a nossa fundamentação teórica envolvendo algumas pesquisas relacionadas a Modelagem Matemática na Formação Inicial de Professores de Matemática. Em um segundo momento, apresentamos os procedimentos metodológicos seguido – abordagem qualitativa na modalidade documental, os procedimentos de coleta para a constituição do *corpus* da pesquisa e os procedimentos de análise dos dados - Análise de Conteúdo na perspectiva de Bardin (1977). No terceiro momento, apresentamos a descrição dos dados objetivos. No quarto momento, apresentamos o movimento de constituição das Categorias de Análise. No quinto momento, realizamos a análise interpretativa das categorias. No sexto momento apresentamos os resultados obtidos e considerações finais, seguido do registro das referências bibliográficas que foram utilizadas no desenvolvimento da pesquisa.

Modelagem Matemática na Formação de Professores de Matemática

A Modelagem Matemática tem sido foco de interesse em várias teses, dissertações e artigos, bem como discutida em diversos eventos como, EBRAPEM - Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós graduação em Educação Matemática, ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática, CNMEM Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, que se encontra em sua 11ª edição e CREMM



- Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino. A linha de pesquisa em Modelagem Matemática é atuante na área de pesquisa do Brasil. Diante disso comprovamos que há um número expressivo de publicações sobre Modelagem Matemática em eventos de grande relevância no País, confirmando sua importância no cenário educacional.

Neste momento, recorreremos a diversos pesquisadores que abordam aspectos relacionados à importância dos conceitos de Modelagem Matemática para os processos de formação inicial de Professores de Matemática. Pesquisas sobre a prática de Modelagem Matemática nos diversos níveis de ensino vem ganhando espaço nos debates da comunidade de pesquisadores, principalmente no âmbito da formação inicial de professores. Diversos pesquisadores reforçam a ideia de que é preciso que a Modelagem seja incorporada, na prática, nos cursos de Licenciatura em Matemática.

A formação inicial de professores de Matemática tem sido investigada a partir de diferentes enfoques, dentre as quais a Modelagem Matemática, que pode ser compreendida *“como uma abordagem pedagógica para os processos de ensino e aprendizagem da Matemática ou como um caminho metodológico para se trabalhar Matemática em sala de aula”* (MALHEIROS, 2014, p. 02). Sobre a formação inicial de professores de Matemática, Malheiros (2014) diz que

A formação inicial de professores de Matemática tem sido investigada a partir de diferentes enfoques, dentre as quais a Modelagem Matemática. No contexto da Educação Matemática, pesquisas evidenciam que é preciso que a Modelagem Matemática seja incorporada, na prática, nos cursos de Licenciatura em Matemática. (MALHEIROS, 2014, p. 01)

Salientando, ainda, que a quebra de previsibilidade diante das ações, ao se fazer Modelagem, deve ser proposta como um desafio aos futuros professores, pois “a familiarização dos professores com a Modelagem por meio do ‘fazer Modelagem’ enquanto alunos é importante e, sendo assim, eles devem também desenvolver atividades de Modelagem e não apenas realizar leituras sobre o tema” (MALHEIROS, 2014, p. 01).

Almeida e Dias (2007, p. 258), declaram que a Modelagem Matemática se apresenta como uma tendência da Educação Matemática, e as pesquisas vêm evidenciando-a como um conhecimento essencial na formação de professores de Matemática, pois ela *“pode ser um espaço de produção e negociação de significados, contribuindo para a elaboração/construção e apropriação compreensiva e crítica do conhecimento matemático”*. Além disso, a Modelagem Matemática nos cursos

de Licenciatura proporciona aos professores a possibilidade de: *“aprender sobre a Modelagem Matemática; aprender por meio da Modelagem Matemática; ensinar usando Modelagem Matemática”* (ALMEIDA; DIAS, 2007, p. 266).

Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p. 66) enfatizam que na formação inicial do professor de Matemática é preciso proporcionar experiências com a metodologia da Modelagem Matemática para os futuros professores, pois assim eles poderão desenvolvê-la no ensino de Matemática na Educação Básica. Para isso, *“os futuros professores deverão ser preparados para que eles, junto com os seus alunos, atuem como pesquisadores de sua vivência cotidiana e, a partir delas, possam buscar os sentidos que são produzidos nas regras e convenções”*.

Segundo Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p. 40), com a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula, os professores poderão mostrar para os alunos que a Matemática serve para compreendermos mais a realidade que nos cerca, além de buscar entender a realidade dos alunos e de suas comunidades. Ainda segundo os autores, *“os professores de Matemática devem estar dispostos a discutir, nas escolas, problemas advindos da realidade dos alunos. Problemas de fora da escola. E isso, se algum dia for incorporado nas nossas escolas, mudará muito nossas práticas educacionais.”*

Complementando, os referidos pesquisadores enfatizam que uma característica essencial para se trabalhar com a Modelagem Matemática na sala de aula é fazer com que os alunos explorem os conteúdos matemáticos a partir dos problemas da realidade, porque *“a Modelagem não trabalha com problemas inventados, ‘teóricos’ – aqueles que, de modo um tanto injusto, chamamos pejorativamente de ‘problemas de livro texto’ –, mas com problemas reais”* (MEYER, CALDEIRA, MALHEIROS, 2011, p. 34-35).

Nesta perspectiva, Oliveira (2016) enfatiza a importância da disciplina de Modelagem Matemática, afirmando que *“elas contemplam desde um momento de garantir a formação do sujeito como cidadão inserido numa sociedade, até uma formação enquanto futuro profissional”*. Para o referido autor, outra contribuição, decorrente da disciplina,

“É a apreensão dos encaminhamentos da Modelagem, por parte dos alunos, a fim de que possam participar elaborando, desenvolvendo e aprendendo o processo de condução, com possibilidades de resgatar conceitos já estudados. Além disso, é um momento para que os futuros professores possam compreender a aplicabilidade dos conteúdos, seja no cotidiano, seja no decorrer do curso (estágios, práticas, PIBID), ou instigar o aprofundamento em cursos de pós-graduação, por exemplo.” (OLIVEIRA, 2016, p. 104)



Junior e Soares (2015) também destacam a importância de ter a Modelagem Matemática como disciplina na formação docente para que se contribua com a formação qualificada dos futuros professores e para a melhoria do ensino e aprendizagem de Matemática. Além disso, afirmam que:

[...] Objetiva investigar e mostrar as aplicações da Matemática e dos modelos em diferentes áreas do conhecimento e níveis de ensino. Além disso, busca condicionar ao estudante o desenvolvimento de pesquisas e investigações, visto que este é conduzido a ser responsável pela sua própria aprendizagem, ou seja, desenvolver sua autonomia. (JUNIOR; SOARES, 2015, p. 35).

Complementando, os referidos autores, explicitam que a Modelagem no processo de ensino e aprendizagem na formação dos professores desperta o interesse dos alunos por meio de problemas que estejam próximos da realidade, possibilitando assim, *“a reflexão da prática docente diante do campo de pesquisa e investigação da Educação Matemática por meio da Modelagem, bem como estimula o espírito inovador e a valorização da Matemática”* (JUNIOR; SOARES, 2015, p. 36).

Corroborando os autores citados, Leite (2008, p. 118) acredita que a disciplina de Modelagem Matemática num curso de licenciatura *‘pode ser uma grande aliada no desenvolvimento das habilidades e competências, colaborando para a formação de um professor crítico, criativo e com uma ampla visão da matemática’*. Complementando, a referida autora destaca que a utilização efetiva da Modelagem Matemática na prática pedagógica ocorre, ainda, de forma discreta e isolada.

Para Barbosa (2001, p. 10), a Modelagem Matemática pode contribuir para a formação dos futuros professores de Matemática, pois *“ao ter experiências com Modelagem na posição de aprendiz”, o futuro professor poderá “projetá-las de alguma maneira para seu trabalho”*. Nesta perspectiva, o referido pesquisador ressalta que a formação de professores em relação à Modelagem deve transcender as vivências matemáticas, pois *“é necessário igualmente envolvê-los com conhecimentos associados às questões curriculares, didáticas e cognitivas da Modelagem na sala de aula, os quais só têm sentido na própria prática* (BARBOSA, 2001, p. 14).

Para o referido pesquisador, se os futuros professores de Matemática possuírem experiências com Modelagem Matemática na posição de alunos aprendentes, eles terão condições de projetarem suas práticas pedagógicas com a Modelagem Matemática, pois durante o processo de planejamento poderão surgir reflexões a partir das suas próprias experiências com as atividades da Modelagem Matemática.

Uma forma de amenizar essas dificuldades sobre a aplicação da Modelagem, segundo os autores, apoiando-se em Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 24), é *“possibilitar ao professor uma boa formação sobre ela”*; para eles *“é fundamental que seja estruturada uma formação docente em Modelagem Matemática a partir da tríade ‘aprender sobre’, ‘aprender por meio’ e ‘ensinar usando’”*. Diante disto, os autores supracitados dizem que a Modelagem Matemática, como estratégia de ensino e aprendizagem, oportuniza aos professores da Educação Básica refletir sobre a prática docente, ao reconhecerem *“uma das possibilidades para estimular os alunos para as aulas de Matemática, assim como para melhorar e aprimorar as aulas desta disciplina”*.

Além do referencial explicitado, a Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e enfatiza que ela deve ter por referência a Base Nacional Comum Curricular (BNCC-Educação Básica). Sendo assim, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) faz referência à importância da Modelagem Matemática, assim como outras metodologias, como uma alternativa para auxiliar ao desenvolvimento do estudante, pois *“podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental”* (BRASIL, 2019, p. 264).

Procedimentos Metodológicos

Utilizamos os pressupostos da pesquisa qualitativa, pois esta envolve uma abordagem naturalista, tendo a capacidade de situar o pesquisador no mundo. Além disso, corroboramos com Creswell (2007, p. 186), o qual nos diz que a pesquisa qualitativa é fundamentalmente interpretativa, na qual o pesquisador faz uma interpretação dos dados, incluindo *“o desenvolvimento da descrição de uma pessoa ou de um cenário, análise de dados para identificar temas ou categorias e, finalmente, fazer uma interpretação ou tirar conclusões sobre seu significado, pessoal e teoricamente”*.

Entre as diferentes modalidades da pesquisa qualitativa, definimos a nossa como uma pesquisa na modalidade documental, na qual *“os documentos normalmente são considerados importantes fontes de dados para outros tipos de estudos qualitativos, merecendo, portanto, atenção especial”* (GODOY, 1995, p. 2). Baseamo-nos nos procedimentos adotados por Rodrigues, Silva e Ferreira (2016, p. 306) para pesquisas



envolvendo Projetos Pedagógicos de Cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil. Para os referidos pesquisadores, “os documentos escritos [...] representam o que oficialmente os cursos de Licenciatura em Matemática estão se propondo a fazer em termos das referências bibliográficas utilizadas, concernentes ao campo conceitual da Educação Matemática”.

Na presente pesquisa, utilizamos os PPCs dos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil. Assim sendo, o nosso foco foi analisar as ementas dos documentos oficiais das Licenciaturas em Matemática no Brasil. Não consideramos, nem questionamos, se os formadores de professores utilizam em suas práticas pedagógicas o referencial mencionado nos Planos de Disciplinas e nem se eles conhecem tais documentos. Para nós, neste texto, o aspecto principal é o documento oficial, e não as práticas dos formadores. Adotamos essa postura, por entender que o teor desses documentos nos fornece acesso à perspectiva oficial relacionada a Formação de Professores de Matemática dos cursos em questão, já que são (re) elaborados por profissionais envolvidos com o curso nos Núcleos Docentes Estruturantes (NDEs), passando pela aprovação em diferentes instâncias no interior de cada Instituição de Ensino Superior (IES).

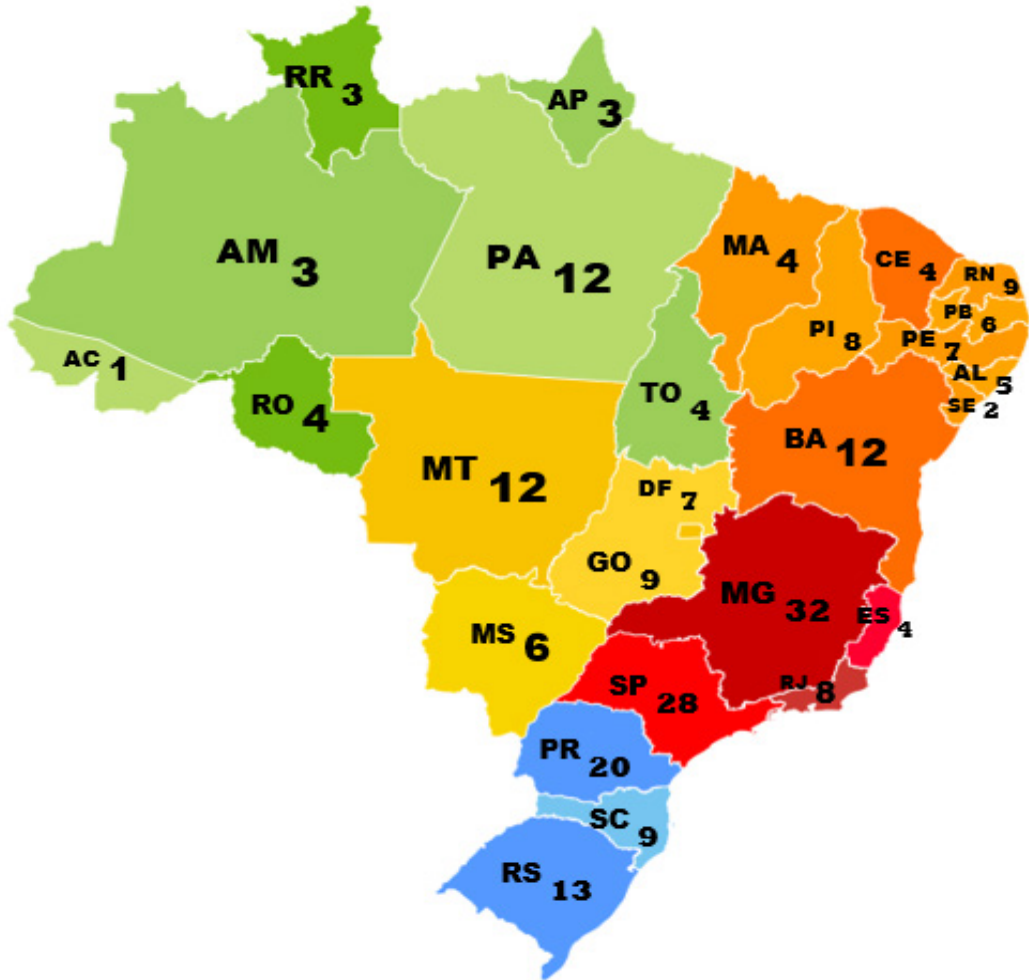
Procedimentos de coleta de dados – Constituindo o corpus da pesquisa

Considerando a perspectiva da pesquisa qualitativa segundo a estratégia documental, definimos os caminhos percorridos para a constituição do *corpus* da presente pesquisa. Para Bardin (1977, p. 96), “o *corpus* é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos”.

O *corpus* foi constituído por 235 projetos pedagógicos de cursos de Licenciatura em Matemática do Brasil. Tivemos acesso aos todos os PPCs de duas maneiras: (i) 190 PPCs por meio da pesquisa de Rodrigues e Silva (2019), intitulada: “Disciplina de Estatística na Matriz Curricular dos Cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil”, onde os referidos autores realizaram uma análise de PPCs dos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil; (ii) e 45 PPCs por meio de uma consulta aos cursos de Licenciatura em Matemática do Brasil na página institucional do Ministério da Educação - <http://portal.mec.gov.br/index.php> e realizamos uma busca avançada no e-MEC, que pode ser acessado através do endereço eletrônico: <https://emec.mec.gov.br/>.

Em relação as características dos PPCs, apresentamos, na Figura 1, o quantitativo por Estado dos 235 cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil identificados no levantamento realizado.

Figura 1: Quantitativo dos 235 PPCs por Estado



Fonte: Dados da Pesquisa.

Com base no gráfico, explicitado na Figura 1, observamos que tivemos PPCs de todos os estados das cinco regiões do Brasil, sendo que a maioria dos PPCs consultados se encontram na região Sudeste (72 PPCs), o que corresponde a 30,6% dos

cursos, seguido da região Nordeste (57 PPCs) com 24,2%, logo após a região Sul (42 PPCs) com 17,9%, em seguida a região Centro Oeste (34 PPCs) com 14,5%, e a menor representatividade corresponde a região Norte (30 PPCs) com 12,8%.

Na Tabela 1, apresentamos o quantitativo por categoria dos cursos consultados nos PPCs.

Tabela 1: Distribuição dos 235 PPCs por Categoria Administrativa

Categoria	f	%
Confessional/Comunitária	7	3%
Particular	26	11%
Pública	202	86%
Total	235	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Como consta na tabela 1, percebemos que 86% dos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil consultados, correspondem a universidades públicas, seguido pelas universidades particulares que correspondem a 11% e 3% a confessional/comunitária.

Apresentamos, na Tabela 2, o quantitativo por modalidade dos 235 cursos pesquisados de Licenciatura em Matemática no Brasil.

Tabela 2: Distribuição dos 235 PPCs por Modalidade

Modalidade	f	%
Distância	28	12%
Presencial	200	85%
Semi presencial	7	3%
Total	235	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme mostra a Tabela 2, a maioria dos cursos em questão, são presenciais, ou seja, cerca de 85% dos cursos consultados, 12% dos PPCs que consultamos possuem o curso de Licenciatura em Matemática a distância e aproximadamente 3% dos cursos são semipresenciais.

Procedimentos de Análise de Dados

Como procedimentos de análise de dados, utilizamos a Análise de Conteúdo na perspectiva apresentada por Bardin (1977):

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos objetivos e sistemáticos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (BARDIN, 1977, p.42).

Para a referida autora, a Análise de Conteúdo na perspectiva qualitativa indica: *“o que serve de informação é a presença ou a ausência de uma dada característica num determinado fragmento de mensagem que é tomado em consideração” (BARDIN, 1977, p. 38).*

A esse respeito, Rodrigues (2019, p. 23) aponta que os pesquisadores a fim de compreender profundamente o objetivo da pesquisa, podem utilizar diversos conceitos da Análise de Conteúdo para organizar, tratar e interpretar dos dados coletados de toda classe de documentos e textos. Complementando, o referido autor afirma que ao utilizar a Análise de Conteúdo, *“o pesquisador precisa ter cuidado para descrever cada uma das fases de análise, pois, por mais que se mantenham a flexibilidade e a criatividade, caracteriza-se como forma de explicitar a organização dos dados na redação da pesquisa”.*

Para Bardin (1977) a Análise de Conteúdo é organizada em três fases – (i) Pré-Análise; (ii) Exploração do Material; e (iii) Tratamento dos Resultados. A primeira fase da Análise de Conteúdo - Pré - Análise, - corresponde à organização do material a ser analisado, com o objetivo de torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais; assim, decidimos quais informações estavam efetivamente relacionadas aos objetivos da pesquisa. Primeiramente realizamos uma Leitura Flutuante, com o objetivo de identificarmos aspectos relevantes ao objetivo da pesquisa. Uma vez que a Leitura Flutuante consiste em *“estabelecer contato com os documentos a analisar e em conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações” (BARDIN, 1977, p. 96).*

A segunda fase da Análise de Conteúdo - exploração do material, está relacionada à realização de um estudo mais aprofundado. Para Bardin (1977, p. 101), nessa fase, *“os resultados brutos são tratados de maneira a serem significativos (falantes) e válidos”.* A terceira fase - interpretação das Categorias de Análise, está relacionada ao processo de tratamento dos dados, e possui como objetivo obter uma

possível compreensão do objeto investigado. Assim, para cada Categoria de Análise, iremos elaborar um texto interpretativo no qual procuramos descrever o conjunto de significados presentes nas diversas unidades de análise, sendo discutidas e interpretadas de acordo com a literatura relacionada com a problemática da pesquisa.

Com base nos dados coletados dos PPCs, procedemos de duas formas para tratá-los: uma para os dados quantitativos, onde classificamos ou ordenamos os dados a fim de explicitar as informações dos 235 PPCs; e outra para os dados qualitativos, onde utilizamos a técnica de Análise de Conteúdo.

Descrição Objetiva das Disciplinas de Modelagem Matemática

Em relação às características da disciplina de Modelagem Matemática tidas como obrigatórias dos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, apresentamos, a seguir, algumas características da referida disciplina identificadas no levantamento realizado. Ressaltamos que consultamos todos os PPCs por meio de quatro palavras chaves: (i) Modelagem Matemática; (ii) Modelo; (iii) Modelação Matemática e (iv) Modelagem, para identificarmos sua presença nas matrizes curriculares dos cursos de licenciatura em Matemática no Brasil.

Apresentamos na Tabela 3, o quantitativo sobre a obrigatoriedade da disciplina de Modelagem Matemática nos 235 cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil identificados no levantamento realizado.

Tabela 3: Obrigatoriedade da Disciplina de Modelagem Matemática nos PPCs

Opções	Frequência	Percentual - %
Obrigatórias	43	18,3%
Optativas	44	18,7%
Não constam nos PPCs	148	63%
Total	235	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Com base na Tabela 3, verificamos que apenas 18,3% dos PPCs consultados das Licenciaturas em Matemática possuem em sua matriz curricular a disciplina de Modelagem Matemática como obrigatória e 18,7% possuem a disciplina de Modelagem Matemática como optativa em sua matriz curricular, e infelizmente 63% destes cursos sequer mencionam a temática da Modelagem Matemática como tópico de outra disciplina em seus PPCs, nem sendo obrigatória e nem como optativa.

Esses dados revelam uma presença ínfima e superficial de disciplinas envolvendo a Modelagem Matemática, nos Projetos Pedagógicos de cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil. Diversos autores defendem a ideia de que é preciso que a Modelagem seja incorporada, na prática, nos cursos de Licenciatura em Matemática. A esse respeito, Ceolim e Caldeira (2013) declaram que existem diversos obstáculos e barreiras para o desenvolvimento de atividades de Modelagem em sala de aula pelos professores de Matemática.

A falta de conhecimento sobre a fundamentação da Modelagem Matemática pode ser considerada um dos principais obstáculos para o desenvolvimento de atividades de Modelagem em sala de aula. Um dos motivos é o fato de poucos cursos de licenciatura de Matemática no Brasil possuírem a disciplina de Modelagem na perspectiva da Educação Matemática. (CEOLIM; CALDEIRA, 2013, p. 7719)

Nesta perspectiva, Barbosa (2001), enfatiza ser preciso “fazer” Modelagem na formação inicial, baseando no conhecimento prático dos futuros professores de Matemática.

Trata-se daqueles conhecimentos que o professor gera nas situações, nos acertos e dilemas da própria prática de Modelagem na sala de aula. O professor deve ter a oportunidade de refletir sobre as experiências com Modelagem no contexto escolar: como organizaram, que estratégias utilizaram, que dificuldades tiveram, de que forma os alunos reagiram, como foi a intervenção do professor etc. A reflexão sobre estas vivências possibilita aos professores a geração de conhecimentos que possam subsidiar suas práticas pedagógicas com Modelagem (BARBOSA, 2001, p. 9).

Em um outro momento, Barbosa (2002, p. 1): ao se referir a inserção da Modelagem Matemática na formação de professores, enfatiza que “*se a Modelagem é uma proposta corrente na Educação Matemática, os professores devem conhecê-la para decidirem autonomamente sobre a inclusão desse ambiente de aprendizagem - e de que modo - nas suas práticas docentes*”.

Para que isso ocorra, entendemos ser preciso um movimento reflexivo e crítico dos formadores de professores de Matemática para que considerem as proposições das pesquisas científicas que defendem a proposição de que é importante colocar a Modelagem Matemática de forma mais ativa nas matrizes curriculares das licenciaturas em Matemática no Brasil, pois os futuros professores de Matemática precisam desenvolvam ganhar familiaridade com a integração da Modelagem Matemática como abordagem pedagógica para o ensino de Matemática na Educação Básica.

Continuando, a carga horária das 43 disciplinas de Modelagem Matemática obrigatórias nos 235 cursos pesquisados de Licenciatura em Matemática no Brasil está informada na Tabela 4.

Tabela 4: Carga Horária das disciplinas de Modelagem Matemática

Carga Horária	Frequência	Percentual - %
Até 60h	25	58%
Mais de 60h	18	42%
Total	43	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Com base na Tabela 4, identificamos que 25 disciplinas de Modelagem Matemática possuem uma carga horária de até 60 horas para tal disciplina, que representa aproximadamente 58% dos 43 PPCs que encontramos a referida disciplina como obrigatória. Com mais de 60 horas, encontramos 18 disciplinas de Modelagem Matemática na matriz curricular dos cursos de Licenciatura em Matemática, o que representa 42% dos 43 PPCs que encontramos a referida disciplina como obrigatória.

Esses dados revelam uma carga horária insuficiente para trabalhar as diferentes concepções, abordagens, atividades e possibilidades de práticas de ensino envolvendo a Modelagem Matemática na formação do futuro professores de Matemática que atuará nas escolas da Educação Básica.

A esse respeito, Ceolim e Caldeira (2013) a pequena carga horária contribui para a falta de conhecimento dos professores a respeito de como desenvolver atividades de Modelagem Matemática em sala de aula.

Outro ponto é o fato de os resultados de pesquisas nesse campo não chegarem de forma significativa aos professores da Educação Básica, além do que, os cursos de formação realizados têm carga horária reduzida, não sendo suficiente para o embasamento prático e teórico. (CEOLIM; CALDEIRA, 2013, p. 08)

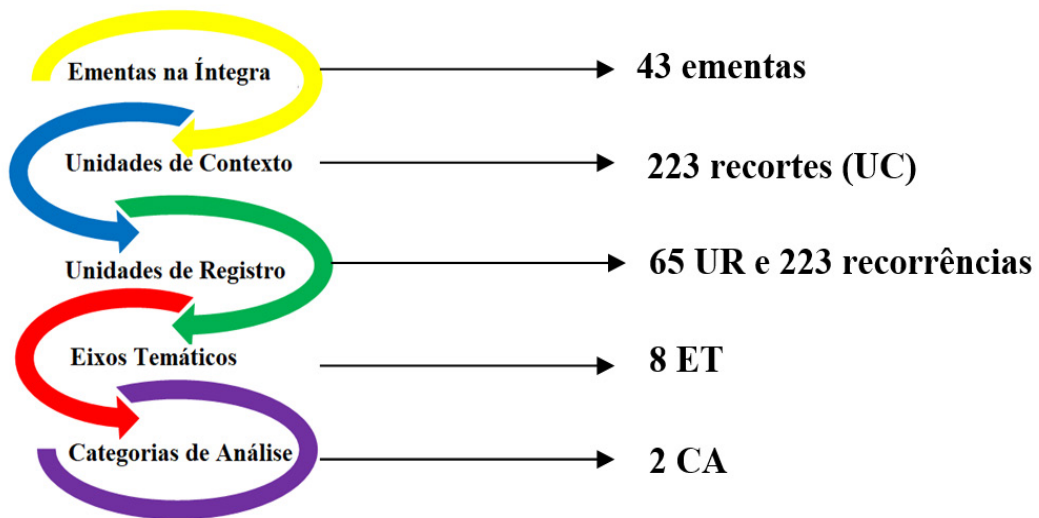
Desta maneira, explicitamos a necessidade de contemplar mais disciplinas envolvendo a Modelagem Matemática nos PPCs de Licenciatura em Matemática no Brasil, pois os futuros professores de Matemática precisam vivenciar em seus processos de formação inicial, experiências pedagógicas com a Modelagem Matemática em sala de aula.

Movimento de Categorização dos Dados

Neste momento, apresentamos o movimento do processo de categorização dos dados, por meio do procedimento da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977). Esses dados são referentes às Ementas das 43 disciplinas de Modelagem Matemática tidas como obrigatórias encontradas nos 235 PPCs de Licenciatura em Matemática no Brasil.

Apresentamos a seguir a Figura 2, que ilustra todo o Processo de Categorização dos Dados.

Figura 2: Processo de Categorização dos Dados



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Conforme mostrado na Figura 2, o processo de categorização dos dados se deu após uma análise minuciosa das 43 ementas que identificamos nas disciplinas de Modelagem Matemática. Sendo obtidos 65 registros e 223 recorrências que foram organizadas em uma planilha eletrônica.

Iniciamos a primeira fase da Análise de Conteúdo realizando a organização, familiarização e leitura flutuante das 43 ementas, pois segundo Bardin (1977), o primeiro contato com os documentos que serão submetidos à análise, consiste na leitura exaustiva dos dados brutos, com o objetivo extrair os elementos que “saltam aos olhos”

A próxima fase envolve a exploração do material para a codificação, cujo objetivo é identificar as unidades de contexto, unidades de registro, eixos temáticos e categorias de análise.

As Unidades de Contexto são concebidas como sendo partes ou trechos significativos das respostas ou depoimentos que conduzem à identificação das Unidades de Registro, pois, segundo Bardin (1977, p. 107), uma “*Unidade de Contexto corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões (superiores às da Unidade de Registro) são ótimas para que se possa compreender o significado exato da Unidade de Registro*”.

As Unidades de Registro são constituídas das Unidades de Contexto e são concebidas por Bardin (1977, p. 104) como sendo “*uma unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando à categorização*”. O autor ressalta que as Unidades de Registro são definidas passo a passo e guiam o pesquisador, em um movimento de idas e vindas na busca de extrair os núcleos de sentido dos excertos dos dados provenientes das comunicações contidas no corpus da pesquisa.

No Quadro 1, apresentamos uma exemplificação do movimento da Análise de Conteúdo realizado com as ementas encontradas nas disciplinas de Modelagem Matemática elencadas nos PPCs consultados.

Quadro 1: Constituição das Unidades de Contexto e Unidades de Registro das Ementas

Ementa na Íntegra	Unidades de Contexto	Unidades de registro
Formulação de problemas. Ajuste de curvas. Variações discretas e contínuas. Modelagem com equações de diferenças lineares. Modelagem com equações diferenciais ordinárias de primeira ordem. Modelagem como metodologia na produção de projetos de ensino.	Formulação de problemas.	Formulação de problemas.
	Ajuste de curvas.	Ajuste de curvas.
	Variações discretas e contínuas.	Variações discretas e contínuas.
	Modelagem com equações de diferenças lineares.	Equações lineares.
	Modelagem com equações diferenciais ordinárias de primeira ordem	Equações diferenciais ordinárias
	Modelagem como metodologia na produção de projetos de ensino.	Modelagem como metodologia

Fonte: Elaborado pelos Autores.

No Quadro 1 acima, está apresentado apenas uma amostra das ementas contidas nos PPCs com o intuito de “enxugarmos” os mesmos para a pesquisa não ficar extensa, salientamos que o movimento foi feito com as 43 ementas dos documentos analisados.

Apresentamos, então, a articulação entre as Unidades de Registro e Eixos Temáticos. Rodrigues (2019, p. 27) diz que os Eixos Temáticos são “*provenientes das articulações entre as Unidades de Registro por meio de um procedimento minucioso de interpretação das similaridades, confluências e divergências*”. Assim sendo, apresentamos no Quadro 2, a seguir, a articulação das 65 Unidades de Registros identificadas nas ementas que abordam a disciplina de Modelagem Matemática nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, com os 8 Eixos Temáticos.

Quadro 2: Articulação entre as Unidades de Registro e Eixos Temáticos

(continua...)

Unidades de Registro	Eixos Temáticos
Definições de Modelo e Modelagem	Conceitos e Definições de Modelos e Modelagem Matemática
Conceituação de Modelagem Matemática	
Concepções Teórico-Metodológicas da Modelagem Matemática	
Considerações sobre Modelagem Matemática	
História da Modelagem Matemática	
Introdução à Modelagem Matemática	
Modelagem Matemática no contexto científico	
Modelagem Matemática no âmbito educacional	
Aplicações de equações de diferenças	Modelos e Equações Diferenciais
Aplicações de equações diferenciais ordinárias	
Diferenças entre modelos sem e com equações diferenciais	
Equações Diferenciais	
Sistemas Autônomos no Plano e Aplicações	
Cálculo Numérico	Cálculo Numérico e Modelos Matemáticos
Integração numérica	
Interpolação numérica	
Propriedades Gerais das Equações	
Equações lineares	
Noções de programação linear	
Sistemas de Equações Lineares	
Representações lineares e não lineares	
Ajuste de curvas	
Funções	
Variações discretas e contínuas	
Métodos computacionais aplicados à Modelagem Matemática	
Erros e computador	

(conclusão)

Modelos Fuzzy	Modelos Matemáticos Interdisciplinares
Movimento de Partículas	
Natureza aleatória	
Ondas de Água	
Ondas em uma Dimensão	
Equações da onda e do calor	
Otimização	
Criação do esquema dos fenômenos	
Modelos probabilísticos e a natureza aleatória	
Modelos discretos e contínuos	
Análise dimensional	
Proporcionalidade e similaridade geométrica	
Sistemas dinâmicos	
Modelos alternativos	
Modelos compartimentais	
Modelagem experimental	
Utilização de modelos matemáticos	Método da Modelagem Matemática
Modelos e Modelagem Matemática	
Técnicas de resolução de problemas	
Interpretação de resultados	
Características desejáveis de um modelo	
Fase do trabalho de Modelagem	
Técnicas de Modelagem	
O estudo de modelos clássicos e a evolução de modelos	
Elaboração de modelos alternativos	
Modelos clássicos e de conteúdo matemático	
Modelagem de variações discretas e contínuas	
A Modelagem Matemática na sala de aula	Ensino e Aprendizagem da Modelagem Matemática em Sala de Aula
Metodologia da Modelagem Matemática	
Modelos matemáticos como estratégia de ensino e aprendizagem	
Modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem de Matemática	
Modelagem Matemática de problemas do mundo real	Modelagem Matemática e Resolução de Problemas
Modelagem Matemática e Formulação de Problemas	
Modelagem de problemas reais - Reconhecimento de situação-problema	
Modelagem Matemática e Resolução de Problemas	
Modelagem Matemática e Etnomatemática	Modelagem Matemática e as Tendências Metodológicas
Modelagem Matemática e Interdisciplinaridade	
Modelagem Matemática e Trabalho por Projetos	

Fonte: Elaborado pelos Autores.

No quadro 2, articulamos as Unidades de Registro em Eixos Temáticos. Desta maneira, das 65 Unidades de Registros identificadas nas ementas das Disciplinas

que abordam a disciplina de Modelagem Matemática nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, organizamos em oito Eixos Temáticos que estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Apresentação dos Eixos Temáticos

Eixos Temáticos
Conceitos e Definições de Modelos e Modelagem Matemática;
Modelos e Equações Diferenciais;
Cálculo Numérico e Modelos Matemáticos;
Modelos Matemáticos Interdisciplinares;
Método da Modelagem Matemática;
Ensino e Aprendizagem da Modelagem Matemática em sala de Aula;
Modelagem Matemática e Resolução de Problemas;
Modelagem Matemática e as Tendências Metodológicas.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Por seguinte, articulamos os Eixos Temáticos em Categorias de Análise relativas aos dados da pesquisa. Assim sendo, Rodrigues (2019, p. 183), diz que o processo de articulação dos Eixos Temáticos em Categorias de Análise *“acontece por meio da identificação das confluências e divergências dos Eixos Temáticos entre si. Este processo é subjetivo para o pesquisador, pois um Eixo Temático pode estar inter-relacionado com várias Categorias de Análise”*.

Os procedimentos utilizados da Análise de Conteúdo, nos auxiliaram na constituição das duas Categorias de Análise, as quais nos proporcionaram uma compreensão do objeto da presente pesquisa. Apresentamos, no Quadro 4, a articulação dos oito Eixos Temáticos em duas Categorias de Análise.

Quadro 4: Articulação dos Eixos Temáticos em Categorias de Análise

Eixo Temáticos	Categorias de Análise
Conceitos e Definições de Modelos e Modelagem Matemática	Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática
Modelos e Equações Diferenciais	
Cálculo Numérico e Modelos Matemáticos	
Modelos Matemáticos Interdisciplinares	
Método da Modelagem Matemática	
Ensino e Aprendizagem da Modelagem Matemática em Sala de Aula	Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática
Modelagem Matemática e Resolução de Problemas	
Modelagem Matemática e as Tendências Metodológicas	

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Ressaltamos ainda que realizamos, conforme aponta Rodrigues (2019, p. 29), *“diversos processos de idas e vindas ao corpus dos dados da pesquisa para a constituição das duas Categorias de Análise, proporcionando, assim, um maior refinamento das Categorias de Análise, devido às releituras dos dados pesquisados”*.

Todo o processo realizado de codificação dos dados brutos envolvendo as Ementas, da Disciplina de Modelagem Matemática, nos levou a duas Categorias de Análise, a saber: (i) Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática e (ii) Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática.

Considerando essas duas categorias de análise, recorremos a Barbosa (2001, p. 14) que enfatiza: *“[...] a formação de professores em relação à Modelagem [que] deve se basear em duas frentes indissociáveis: a Modelagem propriamente dita e o conhecimento prático decorrente de sua abordagem na sala de aula”*.

Na primeira Categoria de Análise **Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática**, realizamos um movimento dialógico envolvendo os cinco Eixos Temáticos a seguir: (i) Conceitos e Definições de Modelos e Modelagem Matemática; (ii) Modelos e Equações Diferenciais; (iii) Cálculo Numérico e Modelos Matemáticos; (iv) Modelos Matemáticos Interdisciplinares; e (v) Método da Modelagem Matemática.

Na segunda Categoria de Análise **Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática**, realizamos um movimento dialógico envolvendo os três Eixos Temáticos a seguir: (i) Ensino e Aprendizagem da Modelagem Matemática em sala de Aula; (ii) Modelagem Matemática e Resolução de Problemas; e (iii) Relações da Modelagem Matemática e as Tendências Metodológicas. Apresentamos a seguir a análise interpretativa das duas categorias configuradas.

Interpretação das Categorias de Análise

A interpretação das duas Categorias de Análise da presente pesquisa, a qual realizamos a análise dos dados por meio de um movimento dialógico fundamentado no referencial teórico, nos dados da pesquisa, e ainda nas nossas percepções. A esse respeito, Rodrigues (2019, p. 187), afirma que *“a relação entre os dados obtidos e a fundamentação teórica é que dará sentido à nossa interpretação”*. Além disso, *“o pesquisador deve realizar a interlocução dos dados com os conceitos balizados pelos aportes teóricos da pesquisa, para proporcionar compreensões do objeto investigado”*.

Elaboramos, para cada categoria, a descrição dos significados presentes nas diversas unidades de análise, sendo discutidas e interpretadas de acordo com a literatura relacionada com a problemática da pesquisa, com o objetivo de alcançar uma possível compreensão do objeto investigado.

Categoria I – Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática

Na primeira categoria de análise, procuramos evidenciar alguns aspectos e características relacionados as Aplicações da Matemática com a Modelagem Matemática. Nesta Categoria, para articular os Eixos Temáticos, consideramos que todos esses aspectos estão relacionados aos Modelos Matemáticos.

Ao realizarmos o movimento dialógico dos cinco Eixos Temáticos - (i) Conceitos e Definições de Modelos e Modelagem Matemática; (ii) Modelos e Equações Diferenciais; (iii) Cálculo Numérico e Modelos Matemáticos; (iv) Modelos Matemáticos Interdisciplinares; e (v) Método da Modelagem Matemática, percebemos a importância de os futuros professores ampliarem suas compreensões das aplicações da Matemática em seu processo de formação inicial. Para compreendermos, realizamos nossa análise interpretativa, considerando os dados e a literatura pertinente para justificar nosso posicionamento.

Bassanezi (2002) explicita que na Modelagem Matemática estão envolvidos um fenômeno real e a construção de um modelo por meio de conceitos matemáticos, com vistas a antecipar a evolução desse fenômeno. Assim sendo, o modelo matemático é a interpretação de algo da realidade, usado para expressar fenômenos naturais ou sociais, a Modelagem Matemática em uma situação problema real compreende a compreensão desses fenômenos. Para o referido autor,

A Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendência. A modelagem consiste na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual. (BASSANEZI, 2002, p. 24).

Complementando, Bassanezi (2002) elenca os objetivos da Modelagem Matemática como disciplina para a formação de professores, que são:

Enfatizar aplicações matemáticas, usando as técnicas de Modelagem como procedimentos, de modo a desenvolver, no educando, capacidades e atitudes criativas na direção da resolução de problemas; Desenvolver o espírito crítico do educando de modo que ele possa entender e interpretar a Matemática em todas as suas facetas; Preparar o educando para utilizar a Matemática como ferramenta para resolver problemas em diferentes situações e áreas; Adotar um enfoque epistemológico alternativo associado a uma historiografia mais ampla, ou seja, partindo da realidade, encaminhando a ação cognitiva e a proposta pedagógica dentro de um enfoque cultural. (BASSANEZI, 2002, p. 181)

Ainda para Bassanezi (2002, p. 25), a Modelagem Matemática deve ser apresentada em termos do processo de construção de um modelo matemático, o qual é definido como: *“Um modelo é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”*. Complementando, Bassanezi (2002, p. 35) afirma que a Modelagem Matemática deve ser implementada na graduação e da pós-graduação como estratégia de ensino-aprendizagem com o objetivo de *“[...] desenvolver a criatividade matemática do aluno no sentido de torná-lo um modelador matemático quando se dedica ao estudo de alguma situação [...]”*.

Com base no exposto acima, percebemos que um Modelo Matemático é uma forma simplificada de representar a **realidade**, podendo ajudar a entender o comportamento de um fenômeno e então fazer previsões com respeito ao seu comportamento no futuro, sendo utilizados em diversas áreas científicas, como, por exemplo, na **Biologia**, **Química**, **Física**, **Economia**, **Engenharia**, **Medicina** e na própria **Matemática**. Desta maneira, compreendemos que um Modelo Matemático é essencial para orientar pesquisadores das mais diversas áreas, permitindo projetar diferentes cenários e analisá-los, contribuindo com elementos para a tomada de decisões sobre como equacionar problemas da realidade.

Biembengut e Hein (2005, p. 12) enfatizam que a Modelagem pode ser utilizada como uma aplicação da Matemática, pois se caracteriza como sendo

[...] é um processo que envolve a obtenção de um modelo. Para esses autores, a possibilidade de obter um modelo que “resolve” as situações / temas pesquisadas é o que designa a Modelagem uma atividade enquanto ferramenta de aplicação dos conteúdos matemáticos.

Para eles, um modelo 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, 2005, p. 12).

A Modelagem concebida por Biembengut (1999, p. 20) dá ênfase ao “*processo que envolve a obtenção de um modelo*”, ao considerar que, “*a arte de modelar*” pode despertar no aluno o interesse por temas matemáticos até então desconhecidos por ele. Nesse sentido, a obtenção do modelo envolve a formalização e a generalização dos conteúdos de Matemática que se está aprendendo.

Complementando, o referido autor diz que um Modelo Matemático é normalmente caracterizado como uma simplificação do mundo real ou alguma forma conveniente de trabalhar com este mundo, mas as características essenciais do mundo real devem estar presentes nesse modelo matemático, de modo que seu comportamento seja igual ou semelhante àquele do sistema modelado.

Como vimos, o ato de modelar pode ser aplicado a muitos problemas de diversas áreas, pois a elaboração de modelos faz parte do cotidiano das pessoas, que os utilizam para explicar ou descrever situações do mundo que o cerca. Diante de tudo o que foi exposto na Categoria de Análise - Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática, percebemos que os modelos matemáticos podem ser elaborados de acordo com as situações ou com a natureza dos fenômenos, analisados e classificados conforme o tipo de Matemática utilizada, em linear ou não linear, estático ou dinâmico e educacional ou aplicativo. Ou seja, modelo matemático é a interpretação de algo da realidade, usado para expressar fenômenos naturais ou sociais em uma situação-problema real.

Categoria II - Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática

Na segunda categoria de análise, procuramos evidenciar alguns aspectos e características relacionados ao processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática. Nesta Categoria, para articular os Eixos Temáticos, consideramos que todos esses aspectos estão relacionados às contribuições do ensino de Matemática por meio da Modelagem Matemática.

Ao realizarmos o movimento dialógico dos três Eixos Temáticos - (i) Ensino e Aprendizagem da Modelagem Matemática em sala de Aula; (ii) Modelagem Matemática e Resolução de Problemas; e (iii) Relações da Modelagem Matemática e as Tendências Metodológicas, percebemos a importância de abordar a Modelagem Matemática na formação inicial de professores como uma alternativa pedagógica



- forma diferenciada para o ensino da Matemática nas escolas. Para compreendermos, realizamos nossa análise interpretativa, considerando os dados e a literatura pertinente para justificar nosso posicionamento.

Neste momento, discutimos as questões relacionadas às contribuições do ensino de Matemática por meio da Modelagem Matemática, amparados por Shulman quando este se refere aos conhecimentos necessários à Docência, especificamente ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, em sua constituição para o futuro professor de Matemática. O conhecimento pedagógico do conteúdo, na perspectiva de Shulman (1986):

[...] aquele conhecimento que vai além do conhecimento da matéria em si e chega na dimensão do conhecimento da matéria para o ensino. Eu [Shulman] ainda falo de conteúdo aqui, mas de uma forma particular de conhecimento de conteúdo que engloba os aspectos do conteúdo mais próximos de seu processo de ensino. (SHULMAN, 1986, p. 9)

Tomando como base o que foi explicitado por Shulman, concordamos que o professor precisa conhecer diferentes alternativas para se trabalhar em sala de aula. Diversos autores defendem a Modelagem Matemática como estratégia de ensino de Matemática em sala de aula, pois a Modelagem Matemática é uma alternativa que busca relacionar o conhecimento matemático ensinado nas escolas com o conhecimento prático e cotidiano do aluno, partindo de um tema de seu interesse.

Chaves e Espírito Santo (2004), enfatizam o uso da Modelagem Matemática em sala de aula, pois

[...] partindo de problemas reais que conferem utilidade à matemática já aprendida, podemos ir além da resolução de exercícios repetitivos que não dizem nada para o aluno quanto à utilidade de 'quê' e do 'para quê' fazem, e, significado, porque estarão relacionados à linguagem simbólica própria da matemática com a linguagem textual de uma situação real problematizada, que prescinde da compreensão dos objetos matemáticos. (CHAVES; ESPÍRITO SANTO, 2004, p. 27)

Burak; Klüber (2013) entendem que utilizar a Modelagem Matemática em sala de aula, enquanto estratégia metodológica, além de motivar os alunos, pode proporcionar-lhes um aprendizado mais contextualizado com seu cotidiano. Além disso, os referidos autores explicitam que a Modelagem Matemática pode

[...] favorecer o desenvolvimento, no estudante, de uma atitude investigativa, na medida em que busca coletar, selecionar e organizar os dados obtidos. O desenvolvimento dessa atitude passa a se constituir em valor formativo que acompanhará o estudante, não somente no período de sua trajetória escolar, mas ao longo de toda sua vida. (BURAK; KLÜBER, 2013, p. 38)

Biembengut, Hein (2005) declaram que a Modelagem como metodologia na Educação Matemática pode ser compreendida como:

Um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente. Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problema por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu sendo crítico. (BIEMBENGUT; HEIN, 2005, p. 18)

Para Almeida, Silva e Vertuan (2012) a Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica de ensino e aprendizagem de Matemática é uma tendência da Educação Matemática que permite relacionar situações do dia a dia em problemas matemáticos, possibilitando a construção de uma rede de conceitos. Nesta perspectiva, os referidos autores explicam que:

A Modelagem Matemática constitui uma alternativa pedagógica em que se aborda, por meio da Matemática, um problema não essencialmente matemático. As aplicações da Matemática visualizadas por atividades de modelagem requerem um comportamento ativo de professores e alunos na própria definição de problemas. (ALMEIDA, SILVA; VERTUAN, 2012, p. 12)

Complementando, os referidos autores mencionam que uma atividade de Modelagem Matemática pode ser descrita “em termos de uma situação inicial (problema), de uma situação final desejada (que representa uma solução para situação final) e de um conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final”. (ALMEIDA, SILVA; VERTUAN, 2012, p. 12)

Assim sendo, nas atividades de Modelagem Matemática, a situação problema da realidade é tido como ponto de partida para se chegar a uma possível solução para o problema da realidade investigado, uma vez que durante todo o processo são utilizados diversos conceitos e conhecimentos matemáticos pelos alunos e professores.

Como o objetivo dos cursos de licenciatura em Matemática é formar professores para ministrarem aulas para o Ensino Fundamental e Médio, enfatizar o que os futuros professores de Matemática deveriam saber e dominar na Educação Básica é fundamental no trabalho com a Modelagem Matemática. A esse respeito, D’Ambrósio (1993, p. 39) sugere que os futuros professores de Matemática necessitam ter uma vivência de situações próximas de uma sala de aula da Educação Básica, pois considera que “da mesma forma que os alunos constroem seu conhecimento matemático por meio de suas experiências com a Matemática, futuros professores

constroem seu conhecimento sobre o ensino da Matemática por via de suas experiências com o ensino”.

Nesta perspectiva, Barbosa (2004, p. 3) concebe a Modelagem como *“um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”*. Além disso, ele considera que a Modelagem Matemática se aproxima da Educação Matemática Crítica, pois a participação ativa e crítica dos alunos em todos os processos na construção do conhecimento matemático converge para a formação de cidadãos com responsabilidades sociais e coletivas. Complementando, o referido pesquisador menciona que ao considerar a realidade do aluno, os professores darão importância para a Matemática do dia a dia dos alunos, e esse aspecto demonstra que a Modelagem Matemática pode *“potencializar a intervenção das pessoas nos debates e nas tomadas de decisões sociais que envolvem aplicações de matemática”* (BARBOSA, 2004, p. 2).

Com base no referencial explicitado, entendemos que os professores devem considerar as características dos contextos dos seus alunos, da escola e da comunidade para organizarem um trabalho pedagógico com a Modelagem Matemática focado na aprendizagem dos alunos e não apenas no cumprimento dos conteúdos programáticos das ementas. Assim sendo, ao trabalharmos com a Modelagem Matemática na Educação Básica precisamos considerar a realidade dos alunos e as situações problemas que eles conhecem ou vivenciam no dia a dia, pois assim favoreceremos a compreensão e aprendizagem deles de uma maneira contextualizada e aplicada a sua realidade.

Considerações finais

Na presente pesquisa, objetivamos investigar a maneira como a Modelagem Matemática está explicitada nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil. No desenrolar de nossa pesquisa, procuramos obter resposta para nossa questão norteadora: O que se revela sobre a presença da Modelagem Matemática nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil?

A nossa intenção, neste último momento, é sintetizar nossa interpretação para apresentar aos leitores: educadores matemáticos, matemáticos puros, membros do Núcleo Docente Estruturante – NDE das Licenciaturas, pesquisadores e formado-

res de professores de Matemática em geral, algumas considerações a respeito dos resultados obtidos na pesquisa.

Os procedimentos da Análise de Conteúdo – na perspectiva elucidada por Bardin (1977) - adotados perante o *corpus* da pesquisa constituído por 235 projetos pedagógicos de cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, dos quais identificamos que existiam apenas 43 cursos que possuíam a disciplina de Modelagem Matemática na matriz curricular como disciplinas obrigatórias. A partir da análise das ementas das disciplinas obrigatórias, permitiu-nos a constituição de duas Categorias de Análise (i) Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática, e (ii) Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática nos permitiu compreender que a Modelagem Matemática se apresenta segundo duas perspectivas nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil. A primeira relacionada as aplicações dos conteúdos específicos das disciplinas da Matemática Acadêmica e Superior cujo objetivo da Modelagem matemática é a obtenção de um Modelo matemático, e a segunda relacionada como uma tendência da Educação Matemática que cujo objetivo está no desenvolvimento de uma formação didático-metodológica convergente para os processos de ensino e a aprendizagem da Matemática Escolar.

Com base na pesquisa, constatamos que são poucas as disciplinas de Modelagem Matemática que são obrigatórias nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil pois, dos 235 PPCs consultados, apenas 43, ou seja, 18,3 % dos documentos consultados possuem a referida disciplina como obrigatória em sua matriz curricular. Outro fato que nos chamou atenção foi identificarmos que 148 PPCs dos 235 analisados, o que representam 63% deles, sequer mencionavam a Modelagem Matemática como disciplina na matriz curricular ou tópico das ementas de outras disciplinas. Esses dados evidenciam um verdadeiro descompasso envolvendo a Modelagem Matemática, pois é amplamente abordada e defendida nas pesquisas da área de Ensino e Educação Matemática no Brasil e o que de fato é materializado na formação inicial de professores de Matemática que atuarão nas escolas da Educação Básica. Com base nos dados, constatamos que existem poucas instituições de ensino que possuem em sua matriz curricular a disciplina de Modelagem Matemática como obrigatória. Desta maneira, entendemos que essa situação precisa ser repensada e discutida porque a Modelagem Matemática nas matrizes curriculares dos cursos de Licenciatura em Matemática é uma necessidade formativa que envolve o conhecimento pedagógico do conteúdo, que é essencial desenvolver na formação inicial.



Percebemos também que a carga horária das disciplinas obrigatórias varia muito. Para isso, sugerimos que cada Projeto Pedagógico de Curso de Licenciatura em Matemática possua no mínimo duas disciplinas de Modelagem Matemática com carga horária de 60 horas cada, para abordar as duas perspectivas elencados na análise da presente pesquisa, pois os futuros professores de Matemática precisam ampliar seus contatos com o método (disciplinas teóricas de Matemática para elaborar modelos matemáticos) e metodologia (disciplinas de práticas para implementar como abordagem pedagógica de ensino da matemática) da Modelagem Matemática durante sua formação inicial na universidades, ou seja, eles precisam do suporte dos professores formadores para incluir a Modelagem Matemática de uma maneira mais ativa na formação inicial de professores de Matemática.

Ressaltamos que as duas perspectivas de Modelagem Matemática evidenciadas nos cursos de Licenciatura em Matemática divergem-se, pois nas disciplinas teóricas da Matemática Acadêmica, os licenciandos especialmente vivenciam a modelagem como alunos para obtenção de modelos matemáticos, e nas disciplinas de práticas de ensino, os licenciandos experimentam a Modelagem como futuros professores pois desenvolvem atividades matemáticas em sala de aula por meio da Modelagem Matemática como abordagem pedagógica. Assim sendo, defendemos a necessidade de os futuros professores vivenciarem durante a Licenciatura em Matemática as duas perspectivas de Modelagem Matemática, sendo uma complementar da outra,

Assim sendo, oferecemos aos NDEs dos cursos de Licenciatura em Matemática das Instituições de Ensino Superior do Estado do Brasil, algumas contribuições com elementos curriculares, bibliográficos e formativos em relação aos principais focos dos conhecimentos em Modelagem Matemática contidos na formação inicial de professores de Matemática. As referidas contribuições poderão ser utilizadas para possíveis reestruturações no planejamento das referidas disciplinas que abordam tal conhecimento na formação inicial de professores de Matemática. Além disso, os dados produzidos e analisados na presente pesquisa sinalizam diretrizes para os cursos de Licenciatura e seus PPCs com relação à implantação da Modelagem Matemática em seu currículo, bem como orienta com relação as diferentes perspectivas da Modelagem no currículo dos cursos de licenciatura em Matemática no Brasil.

Perspectives of mathematical modeling in licensing courses in mathematics in Brazil

Abstract

This article is an excerpt from a Master's research inserted in the scope of the initial formation of Mathematics Teachers that aimed to investigate the way in which Mathematical Modeling is explained in the Pedagogical Projects of the Mathematics Degree Course in Brazil, as well as to identify the different perspectives of Mathematical Modeling contained in the initial training of Mathematics teachers in Brazil. The guiding question of the research was: What is revealed about the presence of Mathematical Modeling in Pedagogical Projects of Mathematics Degree Course in Brazil? We adopted the assumptions of qualitative research in the documentary modality, and the research corpus consisted of 235 PPCs of Degree in Mathematics in Brazil, in which we analyzed the menus of the disciplines. We used as a theoretical framework the knowledge bases for teaching proposed in Shulman (1986), and researches that specifically address Mathematical Modeling in Mathematics Degrees. To direct the data analysis (PPCs menus) we resorted to Content Analysis from the perspective of Bardin (1977) and Rodrigues (2019), which allowed us to establish two Categories of Analysis: (i) Applications of Mathematics with Mathematical Modeling ; and (ii) Mathematics Teaching and Learning Process through Mathematical Modeling, which we interpreted through the theoretical contributions of the research - which provided us with understanding of the investigated object. We identified the presence of only 43 subjects that address the Mathematical Modeling of the 235 Pedagogical Projects of the Mathematics Degree Courses, which is equivalent to 18.3%. We identified 25 mandatory disciplines of Mathematical Modeling with a workload of up to 60 hours and 18 disciplines with a workload of more than 60 hours. These data reveal an insufficient workload to work the different perspectives, conceptions, approaches, activities and possibilities of teaching practices involving Mathematical Modeling in the formation of future Mathematics teachers who will work in Basic Education schools. Therefore, we infer the need for two disciplines with a workload of 60 hours each involving the two perspectives (focus of the categories) of Mathematical Modeling in the initial training of Mathematics teachers, as we found that Mathematical Modeling can be approached as applications of content of Mathematics, as well as a methodological approach to teaching Mathematics.

Keywords: Mathematical Modeling. graduation in Mathematics. Necessary Knowledge for Teaching. Mathematical Models. Pedagogical Course Projects.

Nota

- ¹ O GEPEME/UNEMAT está inscrito no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq - <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/2363528010068389>, e é constituído por pesquisadores da Faculdade de Ciências Exatas da UNEMAT, licenciando em Matemática, mestrando do programa de Pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) e professores de Matemática das escolas públicas que juntos desenvolvem pesquisas voltadas a formação docente de professores que ensinam Matemática e aos processos de ensino e aprendizagem de Matemática. Todas as informações e atividades do GEPEME/UNEMAT podem ser encontradas em: <https://matematicanaescola.com/>



Referências

- ALMEIDA, Lourdes. Werle.; SILVA, Karina. Pessoa da.; VERTUAN, Rodolfo. Eduardo. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1, ed. Reimpressão – São Paulo, Contexto, 2012. 157p.
- ALMEIDA, L. M. W. de; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem. *BOLEMA – Boletim de Educação Matemática*. Rio Claro, n. 22, pp., 2004.
- ALMEIDA, L. M. W. de; DIAS, M. R. Modelagem Matemática em cursos de Formação de Professores. In: BARBOSA, J. C; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). *Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. p. 253-268.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições, v. 70, 1977.
- BARBOSA, Jonei. Cerqueira Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema**, Rio Claro, v. 14, n. 15, p. 5-23, 2001.
- BARBOSA, Jonei. Cerqueira. Modelagem e os futuros professores. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25, 2002, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPED, 2002.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: Reunião Anual da Anped, 24, 2001b, Caxambu. Anais... Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, Jonei. Cerqueira. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como? Veritati, n. 4, p. 73-80, 2004.
- BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino – Aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Editora Contexto, 2002.
- BIEMBENGUT, Maria Salett, HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática No Ensino**. São Paulo: Editora Contexto, 2005
- BIEMBENGUT, Maria Salett. Modelagem matemática & implicações no ensino-aprendizagem de matemática. Blumenau, Furb, 1999.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a Base. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 4 fev de 2022.
- BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **RESOLUÇÃO CNE/CP Nº 2, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em: 12/03/2021
- BURAK, Dionísio; KLUBER, Tiago Emanuel. **Considerações sobre a modelagem matemática em uma perspectiva de Educação Matemática**. Revista Margens Interdisciplinar, v. 7, n. 8, p. 33-50, 2013.
- CEOLIM, Amauri Jersi; CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem Matemática em sala de aula: obstáculos e resistências apontados por pesquisadores brasileiros. **Anais (VII CIBEM)** Montevideo – Uruguai. 2013, p. 7713-7721. ISSN 2301-0797, Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/328834934.pdf> Acesso em 20 nov 2021.

CHAVES, Maria IA; ESPÍRITO SANTO, Adilson O. **Um modelo de modelagem matemática para o Ensino Médio**. In: Anais do VII Congresso Norte/Nordeste de Educação em Ciências e Matemática. Belém. 2004.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

D'AMBROSIO, Beatriz. Formação de Professores de Matemática para o Século XXI: o Grande Desafio. **Pró-Posições** (UNICAMP. Impresso), v. 4, p. 35-41, 1993.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

JUNIOR, Guataçara dos Santos; SOARES, Maria Rosana. **A Modelagem Matemática nos Cursos de Licenciatura em Matemática do Estado do Paraná**. Revista Dynamis, v. 20, n. 2, p. 29-46, 2015.

LEITE, Maria Beatriz Ferreira. Reflexões sobre a disciplina de modelagem matemática na formação de professores. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 10, n. 1, 2008.

MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Contribuições de Paulo Freire para uma compreensão da Modelagem na Formação Inicial de Professores de Matemática**. Boletim do GEPEM. V. 64. 2014.

MEYER, João F. C. A. CALDEIRA, Ademir D. MALHEIROS, Ana Paula S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

OENNING. Lucineia. **Modelagem Matemática nos Cursos de Licenciatura de Matemática no Brasil: um Olhar para os Projetos Pedagógicos de Cursos**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) PPGECEM - Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Barra do Bugres, 2021. 142f. Disponível em: http://portal.unemat.br/media/files/LUCINEIA_OENNING.pdf. Acesso em 10 set 2021.

OLIVEIRA, Wellington Piveta. **Modelagem matemática nas licenciaturas em matemática das universidades estaduais do Paraná**. 2016. 155 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

RODRIGUES, Marcio. Urel. Análise de conteúdo em pesquisas qualitativas na área de educação matemática. (Org.). **Análise de conteúdo em pesquisas qualitativas na área da educação matemática**. Curitiba: CRV, 2019.

RODRIGUES, Márcio Urel; SILVA, Luciano Duarte. Disciplina de estatística na matriz curricular dos cursos de licenciatura em Matemática no Brasil. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 14, p. 1-21, 2019.

RODRIGUES, Marcio Urel; SILVA, Luciano Duarte; FERREIRA, Nilton Cezar. Clássicos da Educação Matemática nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil. In: D'Ámbrosio, Beatriz Silva; Miará, Roger. **Clássicos na educação matemática brasileira: múltiplos olhares**, p. 301-346, 2016.

SHULMAN, L. S. Thomé Who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, fev. 1986.