

A Pesquisa como Princípio Educativo em Intervenções com a Modelagem Matemática na Educação Básica: Análise de Teses e Dissertações por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura

Research as an Educational Principle in Interventions with Mathematical Modeling in Basic Education: Analysis of Theses and Dissertations Through a Systematic Literature Review

La investigación como principio educativo en intervenciones con modelación matemática en la educación básica: análisis de tesis y disertaciones a través de una revisión sistemática de la literatura

La recherche comme principe éducatif dans les interventions de modélisation mathématique dans l'éducation de base : analyse des thèses et des mémoires par le biais d'une revue systématique de la littérature.

Jefferson Dantas de Oliveira¹

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

<https://orcid.org/0000-0003-3302-9865>

Isabel Cristina Machado de Lara²

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

<http://orcid.org/0000-0002-0574-8590>

Resumo

Este artigo é um recorte de uma tese de doutoramento em desenvolvimento e tem como objetivo compreender de que modo a Pesquisa como princípio educativo é abordada em intervenções com a Modelagem Matemática na Educação Básica. Para tanto, realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura em três bases de dados de divulgação de pesquisas acadêmicas nacionais e internacionais, sendo elas a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDTD; a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES; e a Networked Digital Library of Theses and Dissertations - NDLTD. Descreve o processo de busca e categorização das 71 pesquisas acadêmicas emergentes por meio da busca dos descritores utilizados. A análise dessas produções mostra que os autores não explicitaram relações entre os métodos de ensino elencados. No entanto, as pesquisas mostram que em uma

¹ dantascpm2a@hotmail.com

² Isabel.lara@pucrs.br

intervenção com a Modelagem, a *busca por conteúdos* em sites da rede mundial de computadores ou *o levantamento de dados* são exemplos do ato de realizar pesquisa para os estudantes.

Palavras-chave: Modelagem matemática, Pesquisa, Ensino de matemática.

Abstract

This article is an excerpt from a doctoral thesis in progress that aims to understand how Research as an educational principle is approached in interventions with Mathematical Modeling in Basic Education. To this end, a Systematic Literature Review was carried out in three databases for the dissemination of national and international academic research, namely the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations - BDTD; the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - CAPES; and the Networked Digital Library of Theses and Dissertations - NDLTD. It describes the process of searching and categorizing the 71 emerging academic studies by searching for the descriptors used. The analysis of these productions shows that the authors did not make explicit the relationship between the teaching methods listed. However, research shows that in an intervention with Modeling, the search for content on websites on the World Wide Web, or data collection, are examples of the act of conducting research for students.

Keywords: Mathematical modeling, Research, Teaching of mathematics.

Resumen

Este artículo es un extracto de una tesis doctoral en curso y tiene como objetivo comprender cómo se aborda la Investigación como principio educativo en intervenciones con Modelación Matemática en Educación Básica. Para ello, se realizó una Revisión Sistemática de la Literatura en tres bases de datos para la difusión de la investigación académica nacional e internacional, a saber, la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones - BDTD; la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior - CAPES; y la Networked Digital

Library of Theses and Dissertations - NDLTD. Describe el proceso de búsqueda y categorización de las 71 investigaciones académicas emergentes a través de la búsqueda de los descriptores utilizados. El análisis de estas producciones muestra que los autores no explicitaron las relaciones entre los métodos de enseñanza enumerados. Sin embargo, la investigación muestra que en una intervención con Modelado, la búsqueda de contenido en sitios web en la World Wide Web, o la recopilación de datos, son ejemplos del acto de realizar una investigación para los estudiantes.

Palabras Clave: Modelo matemático, Investigación, Enseñanza de las matemáticas.

Résumé

Cet article fait partie d'une thèse de doctorat en cours de développement et vise à comprendre comment la recherche en tant que principe éducatif est abordée dans les interventions avec la modélisation mathématique dans l'éducation de base. Pour ce faire, une analyse documentaire systématique a été réalisée dans trois bases de données de recherche universitaire nationales et internationales, à savoir la bibliothèque numérique brésilienne des thèses et des mémoires (BDTD), la coordination pour l'amélioration du personnel de l'enseignement supérieur (CAPES) et la bibliothèque numérique en réseau des thèses et des mémoires (NDLTD). Il décrit le processus de recherche et la catégorisation des 71 recherches universitaires émergentes à travers la recherche des descripteurs utilisés. L'analyse de ces productions montre que les auteurs n'ont pas explicité les relations entre les méthodes d'enseignement énumérées. Cependant, les recherches montrent que dans une intervention avec modélisation, la recherche de contenus sur des sites du World Wide Web ou l'enquête sur les données sont des exemples de l'acte de recherche pour les étudiants.

Mots-clés : Modélisation mathématique, Recherche, Enseignement des mathématiques

A Pesquisa como princípio educativo em intervenções com a Modelagem Matemática na Educação Básica: análise de Teses e Dissertações por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura

A disciplina de Matemática é, conforme Oliveira e Madruga (2018), uma disciplina considerada complexa por uma grande parte dos estudantes frequentes da Educação Básica. Isso muitas vezes ocorre, de acordo com Silva (1996), pois nas salas de aulas dos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio são apresentadas aos estudantes metodologias de ensino mais tradicionais, ou formalistas. Nesse modelo pedagógico, o professor é o transmissor do conhecimento, enquanto os estudantes são os receptores, anotando as informações para reproduzi-las em avaliações que determinarão a aprovação ou reprovação no ano letivo (Fiorentini, 1995; Lara, 2011).

Uma prática pedagógica desse tipo, acaba, de acordo com Lara (2011, p. 99), “[...] produzindo, tanto na escola como na sociedade, um conhecimento visto como a verdadeira forma de conhecimento, um conhecimento essencial.”. Embora seja um modelo que foi hegemônico até a metade do séc. XX, mantém sua vigência até o sec. XXI, podendo, como afirma Silva (1996), ser compreendido em várias concepções, sejam elas: epistemológicas; psicológicas; didáticas; pedagógicas; e, políticas. Conforme Silva (1996, p.24), a metodologia tradicional epistemológica pode ser compreendida como aquelas concepções que são “[...] baseadas na crença de que o conhecimento Matemático é descoberto por aqueles que "produzem matemática”. Ou seja, na concepção epistemológica de ensino a repetição é o fator responsável pelo processo de aprendizagem o estudante. As concepções tradicionais psicológicas, são “[...] baseadas na certeza de que o aluno aprende vendo e o professor ensina mostrando” (Silva, 1996, p. 24). Dessa forma, a transmissão do conhecimento é o fator essencial para a aprendizagem do estudante, uma vez que o professor é o responsável por transmitir o conhecimento aos estudantes.

A concepção didática é aquela na qual, conforme Silva (1996, p. 24) são “[...] baseadas na crença de que o mais abstrato é mais “fácil” para o aluno organizar o ensino segundo a ordem axiomática de arquivamento dos conteúdos.”. Nessa concepção de ensino, o currículo da disciplina deve ser linear de forma a apresentar os conteúdos mais elementares inicialmente e progredir em ordem crescente de dificuldade.

Nas duas últimas concepções, a autora enfatiza o processo de avaliação dos estudantes que é utilizado no modelo tradicional de ensino. As concepções pedagógicas são “[...] baseadas na crença de que se devem aprovar os que “aprendem”, usando critérios subsidiários (não matemáticos) de aprovação.”, enquanto as concepções políticas são “[...] baseadas na crença de que se deve aprovar o aluno que, de alguma forma, participa dessa estrutura promocional, historicamente definida, e reprovar o que, por algum motivo, não se submete a ela.” (Silva, 1996, p.24).

Assim, nas concepções pedagógicas e políticas, compreende-se que o estudante que participa da aula de alguma forma deve ser aprovado, desde que haja uma forma de mostrar que houve aprendizagem, enquanto o sujeito que não desenvolve nenhuma atividade, ou não demonstra aprendizado, independente do motivo, deve ser reprovado. Em diversas salas de aulas de Matemática, na qual os professores aderem a metodologia tradicional como única forma de ensino, as concepções epistemológicas, psicológicas e políticas são latentes na Educação Básica.

Vários estudos foram realizados abordando diferentes modelos pedagógicos que foram hegemônicos no Brasil durante o sec. XX, em particular os estudos de Fiorentini (1995) e de Lara (2011). Os autores evidenciam a emergência de diferentes estratégias e métodos de ensino que foram se configurando historicamente (Fiorentini, 1995), com o intuito de produzir um sujeito adequado ao seu tempo e esperado pela sociedade (Lara, 2011). De acordo com Fiorentini(1995) e Lara (2011), a partir das lacunas deixadas pelo modelo formalista clássico,

várias metodologias de ensino começaram a emergir, entre elas destacam-se: Resolução de problemas; Modelagem Matemática; Etnomatemática; uso das Tecnologias Digitais para o ensino da Matemática; e, História da Matemática.

As metodologias e/ou teorias apresentadas acima são confluentes no aspecto da mudança no modo de ensinar a Matemática, rompendo o paradigma da educação tradicional na qual o professor é retirado do papel de transmissor do conhecimento e assume o papel de mediador do conhecimento e, o estudante, por sua vez, assume o papel de protagonista nos processos de ensino e aprendizagem (Demo, 2011). Dessa forma, o presente artigo tem a pretensão de compreender de que modo a Pesquisa como princípio educativo é abordada em intervenções com a Modelagem Matemática.

Para tanto, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura - RSL, que será abordada na terceira seção deste artigo. Na segunda seção, apresenta-se a fundamentação teórica, e, finalizando, as considerações finais e as referências.

A Modelagem Matemática e a Pesquisa como princípio educativo

Esta seção aborda de modo mais minucioso os dois princípios teóricos que compõem tanto a fundamentação teórica da pesquisa quanto objeto de investigação, a Modelagem Matemática - MM e a Pesquisa como princípio educativo.

Modelagem Matemática

Os estudos sobre a MM, no Brasil, iniciaram-se na década de 1970 pelos professores Ubiratan D'Ambrosio e Aristides Barretos e foi disseminada por diversos pesquisadores que se dedicam ao estudo desse campo de pesquisa tais como: Rodney Bassanezi; Maria Salett Biembengut; Dionísio Burak; e, Jonei Barbosa. Em seguida, outros orientados e pesquisadores tem desenvolvido diversos estudos na área. Dessa forma, a concepção de MM pode variar conforme o teórico utilizado. Nesta pesquisa, adotou-se a concepção de MM proposta por

Biembengut (2016), uma vez que essa concepção de Modelagem foi desenvolvida para o ensino da Matemática na Educação Básica.

De acordo com Biembengut (2016), a MM pode se apresentar sob dois enfoques: *Método de Pesquisa*; e, *Método de Ensino*. Para a autora, a MM é uma área de pesquisa voltada à elaboração ou criação de um modelo matemático. No que se refere ao enfoque *Método de Ensino*, Biembengut (2016) afirma que a Modelagem pode ser aplicada em qualquer disciplina, e em qualquer etapa da escolaridade. Esse método é denominado pela autora como Modelação.

A Modelação – Modelagem na Educação – é um método em que se utiliza a essência do processo da Modelagem no ensino e na aprendizagem da Educação formal. Orienta-se pelo ensino do conteúdo do programa curricular da disciplina (e não curricular) a partir de um tema/assunto e, paralelamente, pela orientação dos estudantes à pesquisa sobre algo que lhes possa interessar. (Biembengut, 2016, p. 176-177).

De acordo com Biembengut (2016), na disciplina de Matemática, a Modelagem pode ser utilizada de forma a dar um sentido ao conhecimento matemático, que no ambiente escolar é representado por algoritmos, e que não é muito bem recebido por parte dos estudantes. Dessa forma, a Modelagem é vinculada não apenas ao processo de buscar situações do cotidiano na Matemática, mas, também, com as mais distintas situações da vivência do ser humano.

Biembengut (2014, 2016) apresenta o processo de Modelagem dividido em três fases: Percepção/Apreensão; Compreensão/Explicitação; e Significação /Expressão. Sobre a primeira fase do processo de modelagem, Biembengut (2014) afirma que essa etapa é a responsável pelas ideias, informações e dados e, em seguida, esses dados devem ser estudados a fim de aprender e selecionar o que está sendo proposto: “[...] na medida em que percebemos, nos familiarizamos com os dados, a situação torna-se mais clara e apreendemos.” (p. 24).

Conforme a autora ressalta, essa fase do processo de modelação é importante, pois é o momento no qual se deve selecionar os autores ou fontes que serão estudadas. Além disso, para Biembengut (2016), é necessário especificar a situação problema, o fenômeno ou o assunto a tratar.

A segunda etapa é dividida em formulação e resolução do modelo proposto e está “baseada em uma compreensão criteriosa da situação-problema ou fenômeno, buscando propor um sistema conceitual, a fim de explicitar os dados” (Biembengut, 2014, p. 24). A compreensão do tema se aprimora de acordo com a busca pelas informações relevantes, gerando símbolos ou fragmentos de dados a qual permita a comunicação e entendimento entre os envolvidos no processo. Esse procedimento consiste em classificar informações relevantes, formular hipóteses, identificar variáveis envolvidas e descrever a relação com a Matemática ou com modelos matemáticos (BIEMBENGUT, 2016).

Segundo Biembengut (2016), a formulação do modelo deve referir-se a uma simplificação da realidade. No entanto, a realidade a qual se refere trata-se de uma realidade artificial, a qual, busca apresentar um contexto que se torna compreensível para os envolvidos, e então gerar uma produção ou teoria a partir do modelo realizado.

Na terceira etapa, após o processo relacionado com as fases anteriores da modelação, é necessário fazer a interpretação e validação desses resultados verificando o quanto são relevantes para a pesquisa (Biembengut, 2016). Portanto, “[...] se o modelo atender às necessidades que o geraram, procuramos descrever, deduzir ou verificar outros fenômenos ou deduções – mostrar sua *significação*” (Biembengut, 2014, p. 25).

Caso o modelo proposto não atenda a essas necessidades, deve-se retornar às etapas anteriores, modificando e/ou alterando hipóteses e variáveis. Assim, “[...] ao finalizar o processo de modelar, é relevante *expressarmos* todo o processo a fim de que possa valer a outra pessoa que tenha interesse no assunto ou a nós mesmos.” (Biembengut, 2014, p. 25).

Para Biembengut (2014), essa fase inclui ações como a interpretação da solução, a validação do modelo – avaliação – e a expressão dos resultados – modelo. A autora ressalta que a obtenção de um modelo se configura em uma simplificação da realidade, uma vez que,

para a construção desse modelo foram omitidas algumas variáveis elementares. Apresenta-se a seguir, o método de ensino pautado na Pesquisa como princípio educativo.

A Pesquisa como princípio educativo

O emprego da palavra pesquisa remete-se ao processo histórico e cultural no qual essa ação é determinada pela figura do professor, e os estudantes por sua vez, realizam uma busca em livros, dicionários, entre outros, sobre o assunto determinado pelo mestre. Em uma busca no dicionário Aurélio³ *online*, encontram-se as seguintes definições para a palavra pesquisa: “Reunião de operações ou atividades que visa descobrir novos conhecimentos em vários domínios, principalmente no âmbito científico.”; “Ação ou efeito de pesquisar, de buscar mais informações a respeito de algo ou de alguém.”; “Estudo realizado para aumentar o conhecimento em determinada área do saber.”; “Ação de investigar de maneira detalhada; investigação.”, em todas essas definições, percebe-se que o significado dessa palavra vai além do simples ato de buscar por informações.

A pesquisa como um processo que proporcione a aprendizagem dos estudantes de forma significativa e autônoma é defendida por diversos pesquisadores na área da educação, entre eles destacam-se Demo (2011); Moraes, Galiazzi e Ramos (2012); Galiazzi (2012); Gessinger (2012); Ramos, Lima e Rocha Filho (2009) e Lima (2012). Esses autores possuem abordagens diferenciadas, porém com intersecções. Para alguns, refere-se a uma postura de ensino, para outros, um método e abordagem de ensino e pesquisa.

Na concepção de Demo (2011), o Educar pela pesquisa é uma postura que o professor assume enquanto um profissional da educação com a perspectiva de tornar o estudante o protagonista do processo de aprendizagem, o professor assume o papel de mentor, apenas orientando os caminhos ao qual percorrer. Na perspectiva de Moraes, Galiazzi e Ramos (2012), a Pesquisa em sala de aula é um método de ensino no qual o professor pode compreender e

³ <https://www.dicio.com.br/aurelio-2/>
Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v.24, n.1, p. 319-351, 2022

aplicá-lo em suas aulas por meio da problematização do conhecimento, com o mesmo objetivo de Demo (2011).

Conforme as concepções de pesquisa apresentadas pelo dicionário e as concepções teóricas dos autores, ressalta-se que o ato de pesquisar ultrapassa a simples percepção da busca na *internet* por um determinado conteúdo com a finalidade de entregar a atividade para o professor por troca de uma aprovação no ano letivo. O ato de pesquisar vai além de uma simples cópia de conteúdos, torna-se um meio para o ensino e a aprendizagem que permite ao estudante assumir o papel de protagonista da sua própria aprendizagem. Neste artigo, adotou-se o método de ensino Pesquisa em sala de aula, proposto por Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012), com a finalidade de compreender de que forma os estudantes realizam pesquisa em intervenções realizadas na Educação Básica, relatadas em produções acadêmicas.

A Pesquisa em sala de aula, segundo Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012), é uma forma de envolver os estudantes e professores num processo em que visa desenvolver o questionamento e incentivar a construção de argumentos nos sujeitos. Para os autores,

A pesquisa em sala de aula pode ser compreendida como um movimento dialético, em espiral, que se inicia com o questionar dos estados do ser, fazer e conhecer dos participantes, construindo-se a partir disso novos argumentos que possibilitam atingir novos patamares desse ser, fazer e conhecer, estágios esses então comunicados a todos os participantes do processo. (Moraes, Galiuzzi e Ramos, 2012, p.12).

Lima e Grillo (2008) afirmam que a Pesquisa em sala de aula deve ser adotada pelo professor com a finalidade de proporcionar situações de ensino, por meio da problematização, nas quais os estudantes adquiram o interesse pelo ato de pesquisar. As etapas da Pesquisa em sala de aula de acordo com Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012) consistem em uma espiral cíclica na qual é sempre possível retomar as etapas, são elas: *Questionamento*; *Construção de argumentos*; e, *Comunicação*.

A prática da Pesquisa em sala de aula de acordo com Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012) inicia-se com o ato de questionar. Os estudantes são desafiados a desenvolverem

questionamentos os quais teriam a motivação ou interesse na busca por respostas. Com isso, segundo os autores, na etapa do questionamento o professor tem a oportunidade de superar uma das defasagens da educação que é fazer o estudante responder perguntas a qual ele nunca se fez. A primeira etapa é relevante no processo da pesquisa, o questionamento é dividido em três passos, no primeiro, Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012) afirmam que é a tomada de consciência do sujeito, o processo de refletir o que se conhece, e como as coisas são. Para os autores, cada sujeito tem um próprio conhecimento interno, ninguém é uma tábula rasa, e esse passo é inerente a todas as pessoas.

No entanto, apenas a reflexão de como as coisas são, ou do que as pessoas são, não conduz diretamente ao questionamento, de acordo com os autores, o segundo passo consiste na necessidade de conhecer outras possibilidades do ser, de compreender fenômenos que acontecem com outros indivíduos. Por fim, o terceiro passo consiste nas discussões e interações com colegas e professores sobre os modos de refletir, agir e ser: “[...] esse movimento de ver outras possibilidades, contrastado com a consciência do nosso próprio ser e conhecer é que dá origem ao questionamento.” (Moraes; Galiuzzi; Ramos, 2012, p.4).

Uma vez estabelecidos os questionamentos, torna-se necessário buscar embasamentos teóricos capazes de construir uma resposta para as perguntas elencadas na primeira etapa do processo. De acordo com os autores, quando há uma verdade estabelecida na sociedade, para superá-la é necessário depois do questionamento, buscar argumentos e teorias que sejam suficientes para estabelecer uma nova verdade. No entanto, os autores ressaltam que os argumentos emergentes dessa etapa não são respostas inéditas para a sociedade, no entanto, é inédito para os sujeitos.

A construção de argumentos deve ser fundamentada, afirma Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012). Isso implica em que os estudantes devam procurar por fontes nas quais seja possível embasar os argumentos: “[...] isso implica diversificadas atividades que incluem o ler, o

discutir, o argumentar, o reunir dados, analisá-los e interpretá-los. Isso pode tanto dar-se em nível individual como de grupo.” (Moraes; Galliazzi; Ramos, 2012, p. 6).

No processo de produção de argumentos, segundo os autores, é necessário o debate, a comunicação e a interação entre os envolvidos, em uma espécie de múltiplas perspectivas com a finalidade de aprimorar os argumentos que serão apresentados à comunidade escolar ou acadêmica. De acordo com Moraes, Galliazzi e Ramos (2012), a construção de argumentos e a comunicação estão diretamente relacionadas no processo da pesquisa. Segundo os autores:

É importante que a pesquisa em sala de aula atinja um estágio de comunicar resultados, de compartilhar novas compreensões, de manifestar novo estado do ser, do fazer e do conhecer, o que contribui para a sua validação na comunidade em que esse processo está se dando. (Moraes; Galliazzi; Ramos, 2012, p. 6).

Moraes, Galliazzi e Ramos (2012) afirmam que a comunicação pode ser subentendida em duas etapas. A primeira consiste em expressar para a comunidade os resultados encontrados na pesquisa de forma escrita ou oral, principalmente aqueles que não participaram internamente da pesquisa. O segundo momento consiste em divulgar para fora do grupo de pesquisa os resultados encontrados, essa etapa é decorrente de produções escritas ou apresentações de trabalhos em eventos. Na fase da comunicação, especificamente na divulgação de trabalho para fora do grupo de pesquisa, pode surgir lacunas, desta forma, então é necessário a retomada as etapas anteriores para aperfeiçoamento (Moraes; Galliazzi; Ramos, 2012).

No processo prático da Pesquisa em sala de aula o relatório escrito ou trabalhos em eventos não é o mais importante, e sim, como afirmam Moraes, Galliazzi e Ramos (2012, p.9), “[...] destacar produtos como a construção das habilidades de questionar, de construir argumentos com qualidade e saber comunicar os resultados à medida que são produzidos.”. A seguir, apresenta-se a Revisão Sistemática da Literatura das produções publicadas que abordam a Modelagem Matemática e a Pesquisa em sala de aula como princípio educativo nas aulas de Matemática na Educação Básica.

Revisão sistemática da literatura da modelagem matemática e pesquisa em sala de aula

A Revisão Sistemática da Literatura - RSL, de acordo com Pickering e Byrne (2014), é um método eficaz para as pesquisas acadêmicas, pois a partir dos procedimentos que estabelecem é possível delinear caminhos para o estudo. Conforme os autores, uma vez que, ao “[...] mapear os limites da literatura existente e é possível identificar onde ocorrem generalizações e também os limites dessas generalizações.” (Pickering; Byrne, 2014, p. 3).

Pickering e Byrne (2014) afirmam que a RSL é sistemática, quantitativa e abrangente. É sistemática pois os procedimentos realizados pelo pesquisador podem ser reproduzidos por outros pesquisadores de forma a encontrar resultados próximos ao publicado por um outro pesquisador. É quantitativo porque é possível numerar a quantidade de trabalhos que existe para o conteúdo/tema buscado. Além disso, segundo os autores, nessa enumeração de trabalhos torna-se possível identificar as lacunas presentes no campo pesquisado. Por fim, é abrangente por permitir ao pesquisador realizar combinações com diversas áreas do conhecimento, assuntos, locais, variáveis e apresentar a vasta literatura já desenvolvida (Pickering; Byrne, 2014).

Segundo Pickering e Byrne (2014), a RSL é esquematizada e desenvolvida em 15 etapas. Nas próximas subseções detalham-se como foram desenvolvidas as dez etapas iniciais. As etapas de 12 a 15 já estão contempladas por consequência das revisões entre as etapas anteriores (1 a 10) e a escrita deste artigo.

Etapa 1 - Definição do Tema

O tema central dessa revisão consiste em compreender de que forma a Pesquisa como princípio educativo é abordada em intervenções com a Modelagem Matemática na Educação Básica, encontradas em pesquisas acadêmicas tais como teses e dissertações publicadas em banco de dados de acesso acadêmico público.

Etapa 2 - Perguntas de Pesquisa

As perguntas que direcionam esta RSL são: i) Quais os principais teóricos da Modelagem encontrados nas pesquisas que compõem esse *corpus* de análise? ii) Quais são as relações entre a Modelagem e a Pesquisa como princípio educativo encontradas nas pesquisas selecionadas?

Etapa 3 - Palavras-chave

Para apresentar as palavras-chave utilizadas como busca nos bancos de dados elaborou-se a Tabela 1.

Tabela 1.

Termos de busca

Palavras-chave	Keywords
Modelagem Matemática	<i>Mathematical Modelling</i>
Modelagem na educação	<i>Modelling in education</i>
Pesquisa em sala de aula	<i>Research in the classroom</i>
Educar pela pesquisa	<i>Education by research</i>
Ensino com pesquisa	<i>Teaching with research</i>
Ensino de Matemática	<i>Mathematical teaching</i>

Os descritores utilizados foram pensados de forma a abranger o maior número de produções retornados pelos algoritmos dos bancos de dados pesquisados. Essas palavras-chave foram combinadas em grupo de três termos para a busca nas bases de dados. As combinações utilizadas estão descritas abaixo, salientando que o mesmo agrupamento foi realizado para as *keywords*.

- Modelagem Matemática; Pesquisa em sala de aula; Ensino de Matemática
- Modelagem Matemática; Educar pela pesquisa; Ensino de Matemática

- Modelagem Matemática; Ensino com pesquisa; Ensino de Matemática
- Modelagem na Educação; Pesquisa em sala de aula; Ensino de Matemática
- Modelagem na Educação; Educar pela pesquisa; Ensino de Matemática
- Modelagem na Educação; Ensino com pesquisa; Ensino de Matemática

Etapa 4 - Banco de Dados

No quarto passo, definem-se os bancos de dados nos quais será realizada a busca. Neste artigo, elencaram-se três bancos de dados incluindo bases nacionais e internacionais, sejam elas:

- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações⁴ - BDBTD;
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior⁵ - CAPES;
- Networked Digital Library of Theses and Dissertations⁶ - ND LTD.

Etapa 5 - Critérios de Inclusão e Exclusão

Os critérios de inclusão e exclusão definidos para este estudo estão elencados na Tabela 2. Vale salientar que os critérios utilizados servem tanto para as bases nacionais quanto as internacionais.

Tabela 2.

Critérios de inclusão e exclusão utilizado para realização da busca

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
A pesquisa deve possuir relação com a Modelagem Matemática	A pesquisa encontrada não possui relação com a Modelagem Matemática
Na pesquisa deve conter alguma relação ou menção ao ato de pesquisar	A pesquisa não houver qualquer menção ao ato de pesquisar mesmo tendo alguma relação com a Modelagem

⁴ <http://bdtd.ibict.br/vufind/>

⁵ <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

⁶ <http://www.ndltd.org/>

A pesquisa encontrada deve ser uma aplicação da modelagem matemática	A pesquisa apresenta apenas um estudo teórico sobre o tema
A pesquisa deve ser aplicada em turmas da Educação Básica	As pesquisas desenvolvidas no Ensino Superior
A pesquisa deve ser da área da Matemática	Pesquisas aplicadas em diversas áreas do conhecimento
A pesquisa deve ser classificada como tese ou dissertação	Produções como Revistas, Jornais, Manuscritos, Resenha Crítica, entre outros.

Etapa 6 - Criação de um banco de dados pessoal

Após a definição dos critérios, durante a sexta etapa da RSL, Pickering e Byrne (2014) sugerem a criação de um quadro que será utilizado pelo pesquisador como um banco de dados em formato semelhante ao de uma planilha para armazenamento das pesquisas encontradas durante o processo de busca.

Para compor esse quadro foram identificados em cada produção: o título da pesquisa; os autores da pesquisa cadastrada; o ano de produção; e a base de dados na qual a pesquisa foi encontrada. Para cada produção será apresentado um código de identificação (ID), que é composto pelo registro de um número, por exemplo: T1 (trabalho 1) e ao lado do código as informações catalogadas tais como: título, autor, tipo de trabalho, ano e base de dados. e assim para todos os demais. Essa identificação, torna-se relevante para o controle do pesquisador da quantidade de pesquisas catalogadas.

Etapas 7, 8 e 9 - Busca e estabelecimento primário do Corpus

Nas etapas 7, 8 e 9 requerem a busca nos bancos de dados e um estabelecimento primário do *corpus* de análise. Para isso, faz-se necessário descrever a busca nas bases de dados elencadas no quarto passo.

Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDBTD

No banco de dados da BDBTD o processo de busca por pesquisas com mais de um termo é realizado selecionando-se a opção de busca avançada e em seguida a quantidade de termos de busca utilizados. Dessa forma, todas as palavras-chave escritas em uma das caixas de busca são interligadas na busca feita internamente pelo *software*.

Realizando as seis buscas descritas no terceiro passo, foram retornados pelo *software* da base de dados um total de 969 produções. Nas três primeiras buscas emergiram 552 produções e nas três últimas 417. Para delimitar essa categorização optou-se, em um primeiro momento, apenas pela leitura do título dessas produções, considerando que, conforme Pickering e Byrne (2014), essa possa ser uma escolha do pesquisador. Com o objetivo de auxiliar na seleção, na leitura dos títulos das produções elaboraram-se 11 categorias na qual as produções foram agrupadas conforme a correlação entre os títulos. As categorias emergentes nas três primeiras buscas estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3.

Categorização de pesquisas relacionadas com a Modelagem Matemática

Código	Categorias	1ª busca	2ª busca	3ª busca	Total por Categoria
		MM ⁷ ; PS; EM	MM; EP; EM	MM; EcP; EM	
I	Relato da Aplicação de Intervenções em MM	9	5	9	23
II	MM e Métodos de ensino	8	5	8	21
III	Metanálise de Intervenções	12	0	12	24
IV	Aplicação da MM na EB	2	4	36	42
V	Aplicação da MM no ES	38	12	85	135
VI	MM na Formação de Professores	7	5	10	22
VII	Modelagem e o desenvolvimento da autonomia nos estudantes	0	0	13	13
VIII	Modelagem e outras Áreas do Conhecimento	0	0	79	79
IX	Epistemologia no Ensino de Matemática	8	0	10	18
X	Instrumentação para o Ensino da Matemática	0	0	58	58
XI	Revisão de Literatura do Ensino da Matemática	22	19	76	117
Total por busca		106	50	396	552

⁷ As siglas representam as chaves de busca, MM – Modelagem Matemática; PS – Pesquisa em sala de aula; EM – Ensino de Matemática; EP – Educar pela Pesquisa; EcP – Ensino com Pesquisa. Outras siglas utilizadas no quadro são EB – Educação Básica e ES – Ensino Superior.

Após a busca e categorização das pesquisas referentes a essa base de dados, selecionaram-se as categorias que vão ao encontro dos critérios de inclusão e exclusão já estabelecidos na etapa anterior da RSL. Assim, as categorias I, II, IV, VI, VII, e X convergem ao objetivo desta revisão de literatura. Após a leitura dos resumos das 179 produções que compõe as categorias selecionadas, observou-se que as 101 pesquisas referentes as categorias II, VI e X não se enquadram nas propostas e objetivo desta revisão, pois, ou não possuem relação com a Modelagem ou não realizam uma aplicação na Educação Básica.

Das 101 produções excluídas, 53 pesquisas relacionam a Matemática com as tecnologias computacionais objetivando aprimorar nos estudantes a programação básica de *softwares*, e a manipulação de *softwares* e aplicativos, distanciando-se, portanto, do objetivo desta revisão que consiste em encontrar pesquisas com o uso da Modelagem para o ensino da Matemática. Adicionado a isso, 22 produções descartadas, foram realizadas no curso de formação de professores, inicialmente, esperava-se encontrar na pesquisa alguma finalidade de aplicação com turmas da Educação Básica, porém, durante a leitura percebeu-se que todas tratavam de cursos de formação que se limitavam a apresentar os procedimentos de modelagem, sem articulá-los com as aplicações em sala de aula. Nas 26 pesquisas restantes que foram excluídas, não ficou explícito qual situação de modelagem foi realizada na Educação Básica, ocasionando o descarte de ambas devido os critérios de exclusão definidos previamente.

Dessa forma, restaram 78 produções pertencentes as categorias I, IV e VII, e uma vez que o resumo da obra sugeria validar os requisitos de inclusão definidos neste estudo, foi realizada a leitura na íntegra da pesquisa para confirmação. Da categoria I, selecionaram-se cinco pesquisas que são compatíveis com as propostas deste estudo, as demais apesar de apresentarem um relato de intervenção, não evidenciaram o desenvolvimento de uma situação de modelagem no processo. Da quarta categoria, 12 pesquisas foram selecionadas pois

apresentam uma intervenção com a Modelagem em turmas de Matemática da Educação Básica. Da sétima categoria, foram selecionados seis estudos que utilizam o método de ensino da Modelagem para proporcionar o desenvolvimento da autonomia nos estudantes durante o processo de aprendizagem. Assim, na primeira combinação de palavras-chave foram encontradas 23 pesquisas que apresentaram confluência com o objetivo desta revisão de literatura.

Nas três buscas finais, o total de pesquisas emergentes resultou em 417 produções, sendo 12 categorias elencadas, as 11 primeiras categorias são idênticas às apresentadas no quadro 3. No entanto, a combinação dos termos Modelagem na Educação e Ensino com Pesquisa evocou investigações relacionadas ao desenvolvimento da autonomia dos estudantes que com as buscas anteriores não foi possível identificar. As sete pesquisas que originaram a categoria XII ao contrário dos demais, retratam já no título o uso da Modelagem na Educação para o ensino de Matemática na Educação Básica o que possivelmente os associa diretamente com o objetivo desta revisão.

Assim, na segunda combinação de palavras-chave foram encontradas 19 pesquisas que apresentaram confluência com o objetivo desta revisão de literatura. No entanto, das 19 pesquisas selecionadas, 16 destas correspondentes das categorias I, IV e VII já haviam sido contabilizadas no primeiro agrupamento de palavras-chave, sendo apenas três pesquisas inéditas encontradas. Diante disso, a partir da base de dados da BDTD foram selecionadas 26 pesquisas que serão incorporadas ao *corpus* de análise desta RSL.

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES

A busca realizada no banco de teses e dissertações da CAPES⁸ foi mais extensa que no banco de dados anterior, isso ocorreu, possivelmente, devido à quantidade superior de pesquisas disponibilizadas nessa base de dados. Da mesma forma que na BDTD, a busca na

⁸ Acesso realizado no dia 23/04/2020

base da CAPES foi realizada por meio da combinação dos três termos realizando as seis combinações de palavras-chave propostas.

Para realizar as buscas, todos os termos foram escritos “entre aspas” e descritos com o termo *and* entre os termos. O termo *and* foi utilizado por ser o operador lógico reconhecido pelo *software* para sinalizar a união ou adição de termos ou comandos (DATE, 2000). Por exemplo, a busca pela primeira combinação de termos foi realizada da seguinte forma: “Modelagem Matemática” and “Pesquisa em sala de aula” and “Ensino de Matemática”.

Como as buscas no banco de dados da CAPES apresentaram resultados mais elevados do que na base da BDTD, optou-se pela utilização dos filtros disponíveis pelo banco de dados com a finalidade de refinar os resultados. Os filtros utilizados foram: tipo; grande área do conhecimento; área do conhecimento e área de concentração.

Realizando as três primeiras buscas na plataforma obteve-se um total de 1.467. 410 produções sem a utilização dos filtros. Aplicando os filtros mencionados anteriormente, obteve-se um total de 7285 produções apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4.

Resultados das buscas na CAPES com filtros

Categorias	MM; PS; EM	MM; EP; EM	MM; EcP; EM
Filtros	Quantidade de Pesquisas		
Busca Inicial	489433	488549	489428
Tipo	428144	428809	429477
Grande área do conhecimento	79789	79808	79922
Área do conhecimento	6673	6682	6689
Área de concentração	2452	2448	2385

Assim, embora Pickering e Byrne (2014) sugiram a leitura do título e do resumo de cada produção, devido ao alto número de produções encontradas, optou-se pela leitura do título

e do objetivo de cada uma das pesquisas. A partir disso, realizou-se a categorização e quantificação dessas pesquisas que, a princípio, relacionam a MM com os métodos de pesquisa e o ensino de Matemática, apresentadas na Tabela 5.

Algumas categorias emergentes dessa base de dados possuem semelhança com as categorias apresentadas na base de dados anterior com poucas diferenças percebidas. Analisando as categorias que convergem ao objetivo desta revisão, portanto, aos critérios de inclusão são: III, VII, IX, X e XII.

Diante da consideração ou não das categorias, como relevantes para esta revisão e descarte das produções repetidas, restaram 1411 produções para a próxima etapa que consiste na leitura dos resumos com a finalidade de incluir ou excluir as produções ao *corpus* de análise. Dos resumos lidos, considerou-se que 36 estudos referentes à primeira e à segunda busca e 26 referentes a terceira, confirmaram a convergência com o objetivo dessa pesquisa. Dessas 62 pesquisas selecionadas, 42 foram agregadas ao *corpus* de análise, uma vez que ocorreu uma repetição de 20 produções na terceira busca.

Tabela 5.

Categorização e quantificação das buscas no banco da CAPES

Código	Categorias	1ª busca	2ª busca	3ª busca	Total por Categoria
		MM; PS; EM	MM; EP; EM	MM; EcP; EM	
I	Ensino de Matemática	756	755	746	2257
II	MM Ensino Superior	512	514	523	1549
III	MM Educação Básica	345	343	340	1028
IV	Tecnologias para o Ensino	376	373	351	1100
V	Jogos para o Ensino	93	93	89	275
VI	Metanálise das intervenções	156	156	152	464
VII	Metodologias para Ensino	65	65	57	187
VIII	Estado do Conhecimento	65	65	53	183
IX	Formação de Professores	34	34	33	101
X	MM e autonomia	26	26	21	73
XI	Epistemologia do Ensino	16	16	14	46
XII	MM e educação no campo	8	8	6	22
Total por busca		2452	2448	2385	7285

Nas três últimas buscas, encontrou-se um total de 7341 produções distribuídas em 13 categorias, vale ressaltar que a maior parte das produções se repete da busca anterior, assim como as categorias, mesmo fato ocorrido na base anterior. A décima terceira categoria compreende os estudos que abordam Modelagem na Educação, identificando apenas quatro novas produções, e as oito produções presentes na décima segunda categoria constante na primeira busca, não obteve resultados nessa nova busca.

A partir, das categorias emergentes, foram selecionadas as produções que compõem as categorias III, VII, IX, X e XIII, por serem pesquisas que, aparentemente, vão ao encontro do objetivo dessa revisão. A partir disso, foi realizada a leitura dos objetivos dos 1926 estudos com a finalidade de restringir a quantidade de pesquisas relacionados ao tema. Pela leitura dos objetivos, constatou-se que na primeira categoria apenas 436 pesquisas são intervenções em turmas da Educação Básica, na segunda e terceira categoria foram encontradas 18 e oito produções, respectivamente, que se enquadram no objetivo desta revisão. No entanto, ainda restavam 475 produções, sendo necessário a leitura dos resumos. Dos resumos lidos, considerou que 58 produções, confirmaram a convergência com o objetivo desta pesquisa. Das 58 produções, 52 pertencem à primeira categoria e três à categorias X e XIII. Dessas, 22 foram agregadas ao *corpus* de análise, uma vez que 36 pesquisas são repetições das buscas anteriores.

Assim, na primeira combinação dos termos de buscas foram agregados ao *corpus* de análise desta revisão 42 produções e, na segunda mais 22. Isso totaliza, 64 produções selecionadas a partir do banco de dados da CAPES.

Networked Digital Library of Theses and Dissertations – NDLTD

A NDLTD é uma base de dados internacional onde hospedam-se teses e dissertações. As produções encontradas nessa base de dados são na maior parte em língua inglesa. No entanto, encontram-se pesquisas em outras línguas maternas, tais como: espanhol; francês; português; alemão; sueco; chinês; entre outras. Assim como o banco de dados da CAPES, a NDLTD não possui a opção da busca por termos em caixas, como é possibilitado na BDTD. Entretanto, na página principal do *site* são apresentados os operadores de busca necessários para realizar uma busca mais delimitada. Nessa base de dados foram utilizados dois filtros, a *linguagem* (inglês, espanhol e português) e *marcado com* (Matemática, Educação Matemática, Ensino de Matemática), uma segunda categorização foi realizada por meio da leitura preliminar do título e dos objetivos.

Ao buscar por todos os termos chave no banco de dados retornaram um total de 2349 pesquisas. Após aplicar os filtros citados supracima, a plataforma retornou um total de 1712 produções. Realizando a leitura dos títulos e objetivos das produções retornadas pela plataforma, apresenta-se a categorização na Tabela 6.

Tabela 6.

Categorização e quantificação das pesquisas por chaves de busca

Código	Categorias	MM; RC; MT	MM; ER; MT	MM; TR; MT	Total por Categoria
I	Pesquisas Teóricas	93	155	122	370
II	MM Ensino Superior	67	234	128	429
III	Aplicações na Educação Básica	56	273	157	486
IV	Avaliação de Métodos de Ensino	45	48	32	125
V	Softwares para o Ensino de Matemática	34	89	53	176
VI	Formação de Professores	23	30	20	73
VII	Métodos de Ensino	14	25	14	53
Total por busca		332	854	526	1712

Conforme os critérios de inclusão e exclusão, as categorias que se enquadram nesta revisão são III, VI e VII totalizando 612 pesquisas. Dessa forma, tornou-se necessário a leitura do resumo delas para confirmar quais delas convergem ao objetivo desta investigação. As pesquisas provenientes da categoria III são, em sua maioria, aplicações de conteúdos de Matemática básica tais como: operações básicas; frações; equações; e, funções, desenvolvidas em associação com alguns métodos de ensino, em particular, resolução de problemas e sequências didáticas. Dessa categoria apenas em oito estudos foram desenvolvidas intervenções com a MM.

A categoria VI constituiu-se pelas pesquisas que abordam a formação de professores com o objetivo de aprimorar a forma de ensino, contudo, a maior parte apenas apresenta o contexto em que foi realizada a formação sem preocupar-se com a futura aplicação por esses professores em turmas da Educação Básica. Assim, foram selecionadas três pesquisas que desenvolveram intervenções com os professores em Modelagem e com a proposta de aplicação em suas respectivas turmas.

Na categoria VII, encontrou-se estudos teóricos e comparativos entre alguns métodos de ensino, porém não foi identificada alguma aplicação desses métodos com relação à Modelagem em sala de aula. Portanto, com os termos associados com a palavra-chave MM foram selecionadas 11 pesquisas que apresentam intervenções de ensino da Modelagem no contexto da Educação Básica, que é o foco desta revisão.

Na segunda busca, obteve-se um total de 10762 produções retornadas pela plataforma, após a aplicação dos filtros já mencionados, obteve-se um total de 5871 produções restantes, distribuídas em oito categorias. As setes primeiras categorias são idênticas as apresentadas no Quadro 6. No entanto, as três primeiras categorias tiveram um número de produções três vezes maior que as encontradas no quadro anterior, isso ocorre pela substituição do termo “mathematics” por “education”, isso sugere que as produções tem um viés mais relacionados com a educação do que com a Matemática pura e aplicada. Na oitava categoria denominada de Modelos Matemáticos, encontraram-se 411 novas produções.

As categorias que serão analisadas, por irem ao encontro do objetivo desta RSL, são III, VI, VII e VIII, resultando em um total de 2654 produções. Após a leitura dos resumos dessas pesquisas, selecionaram-se apenas 29 para compor o *corpus* de análise. A exclusão das demais deve-se aos mesmos fatores percebidos nas buscas anteriores relativos aos critérios de exclusão. No entanto, faz-se necessário justificar a exclusão das produções que compõem a categoria VIII. Nessa categoria, a maior parte das pesquisas encontradas na primeira busca,

repete-se na segunda e na terceira. Além disso, trata de aplicações de estudos já desenvolvidos, os autores retiram modelos prontos e já aplicados, realizam uma nova aplicação e em seguida comparam os resultados. Portanto, o foco não é a intervenção com a Modelagem para a aprendizagem dos estudantes e sim a comparação de resultados.

Diante disso, na base de dados da ND LTD foram agregadas 35 produções ao banco de dados dessa revisão de literatura, uma vez que das 11 selecionadas na primeira combinação de termos, cinco se encontram repetidas entre as 29 selecionadas por meio da segunda combinação.

As buscas apresentadas nesta seção, correspondem às etapas 7, 8 e 9 da RSL propostas por Pickering e Byrne (2014), adentra-se a seguir no passo 10 que consiste na apresentação de resultados numéricos e análise do corpus.

Etapa 10 - Resultados da RSL

Esta RSL foi realizada em três bancos de dados com as mesmas palavras-chave de busca, procurando encontrar produções que desenvolveram intervenções com a Modelagem na Educação Básica com o objetivo de categorizar o modo como a pesquisa é desenvolvida em intervenções com a MM. Para tanto, foram selecionadas 26 produções na BDTD, 64 na CAPES e 35 na ND LTD, totalizando 125 produções. Contudo, 54 estudos são encontrados em mais de uma base, totalizando definitivamente 71 produções integradas ao corpus de análise.

Após o agrupamento das produções na base de dados desenvolvido na sexta etapa, realizou-se uma leitura completa das produções com a finalidade de realizar uma análise para responder as questões de investigações apresentadas na segunda etapa da RSL. Para tanto, após a leitura das pesquisas, elencaram-se dois tópicos que auxiliam na resposta às perguntas iniciais: a) Principais teóricos da Modelagem Matemática; b) A Pesquisa em uma intervenção com a Modelagem Matemática. Dessa forma, apresentam-se os resultados obtidos na análise dessas produções.

Principais Teóricos da MM

Como apresentado anteriormente, na fundamentação teórica, a MM possui diversas concepções em vigor no campo da Educação Matemática, apresentados por diferentes teóricos. Nesta subseção, apresentam-se os principais teóricos da MM, considerados como os pesquisadores percussores nesse campo de ensino e pesquisa. Vale salientar que outros pesquisadores que desenvolvem relevantes pesquisas sobre esse campo, são considerados principais referências no ensino por meio da Modelagem.

Na análise das 71 produções incorporadas ao banco de dados desta revisão, foi realizada a busca por teóricos da Modelagem e apresentados na Figura 1, que representa os principais teóricos encontrados pelo número de produções em que foram citados.

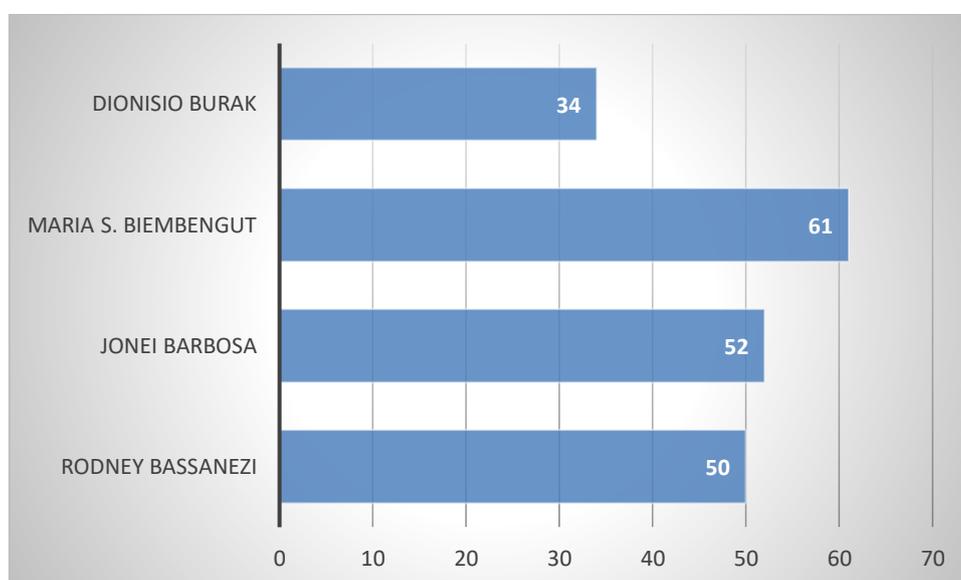


Figura 1.

Frequência das produções selecionadas em cada base de dados

De acordo com a Figura 1, é perceptível que os autores mais utilizados são Biembengut e Barbosa.

Verifica-se que a maior parte das produções que mencionam a concepção de Modelagem de Biembengut e Burak, citam as concepções de Bassanezi adotando-o como teórico principal. Em algumas pesquisas notou-se contrapontos entre as concepções de MM de Biembengut e Barbosa. É perceptível que nas produções nas quais os autores compreendem a

Modelagem como ambiente de aprendizagem fundamentam-se na concepção de MM na perspectiva de Jonei Barbosa. As pesquisas que compreendem a MM como método de ensino para construção de modelos, fundamentam-se na perspectiva de Biembengut.

A Modelagem na Educação destacou-se com o maior número de produções nesta RSL especificamente pelo foco principal desta busca foi por produções realizadas na Educação Básica, se a busca fosse realizada com o viés no Ensino Superior possivelmente os resultados encontrados seriam diferentes dos apresentados na Figura 1.

A Pesquisa em uma intervenção com a Modelagem Matemática

Neste tópico, concentra-se o cerne desta RSL, uma vez que o objetivo central é compreender o modo como o professor propicia a pesquisa aos estudantes durante a intervenção com a Modelagem Matemática na Educação Básica.

Das 71 produções analisadas, 54 apresentam a pesquisa como um *ato de pesquisar*, no qual os estudantes procuram em livros, revistas, jornais e *sites* de busca na rede mundial de computadores por informações que serão relevantes para a compreensão do conteúdo envolvido e para avançar no processo de desenvolvimento da intervenção. Apesar de parecer evidente que o ato de pesquisar seria encontrado nas produções, a combinação de palavras-chave definidas no início desta revisão, consiste em uma união dos métodos, com a pretensão de encontrar outras possíveis relações. Em sete produções não se encontrou menções à pesquisa durante a intervenção.

Em 10 produções sendo uma tese e nove dissertações a pesquisa foi relacionada com o *levantamento de dados*, na qual os estudantes coletam dados presentes no mundo real, tais como: preços de produtos; valores; número de roupas; entre outros. Vale salientar que a procura em livros, *sites* de busca, e o levantamento de dados não correspondem a prática da pesquisa na sala de aula, no entanto, quando os estudantes em posse dos dados obtidos ressignificam o conhecimento adquirido aplicando na situação da Modelagem, dessa forma, de acordo com

Demo (2011) os estudantes desenvolvem pesquisa. Essa percepção de pesquisa relatada pelos pesquisadores vai ao encontro da concepção de pesquisa defendida por teóricos da Modelagem, como Bassanezi (2010), Biembengut (2016) e Burak (1992). Para Biembengut (2014, p.21),

Modelagem é o processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento. Trata-se de um processo de pesquisa. A essência deste processo emerge da mente de uma pessoa quando alguma dúvida genuína ou circunstância instigam-na a encontrar uma melhor forma de alcançar uma solução, descobrir um meio de compreender, solucionar, alterar, ou ainda, criar ou aprimorar algo. E em especial, quando a pessoa tem uma percepção que instiga a sua inspiração. (Biembengut, 2014, p. 21).

Apesar do levantamento de dados consistir em uma etapa de pesquisa no contexto real dos estudantes e ser considerado pelos estudos sobre Pesquisa em sala de aula de Moraes, Galliazzi e Ramos (2012), como uma forma de pesquisa, não foi encontrada nenhuma menção ao termo Pesquisa em sala de aula ou Educar pela Pesquisa em nenhuma das produções selecionadas.

Conforme Moraes, Galliazzi e Ramos (2012) para que a Pesquisa em sala de aula seja um processo de construção do conhecimento, a intervenção deve passar pelas três etapas definidas no cerne da teoria. Com essa perspectiva, nas 71 produções analisadas não foi encontrada menção ao termo Pesquisa em sala de aula ou Educação pela Pesquisa com esse sentido. Assim, as únicas menções efetivas à Pesquisa fora do contexto de busca em *internet* ou livros, foi o levantamento de dados realizados na segunda etapa da Modelagem concebida por Biembengut (2016).

Considerações Finais

Neste artigo realizou-se uma RSL nas bases de dados da BDTD, CAPES e NDLT, com a finalidade de compreender de que modo a Pesquisa como princípio educativo é abordada em intervenções com a Modelagem Matemática. Após as buscas respondendo a primeira questão de pesquisa a respeito dos principais teóricos da Modelagem encontrados nas pesquisas que compõem esse *corpus* de análise; selecionaram-se os principais teóricos evidenciados nas

71 produções analisadas, sendo encontradas 61 citações na concepção teórica da Maria Salett Biembengut, Jonei Barbosa com 51, Rodney Bassanezi com 50 e Dionísio Burak com 34 citações. Outros pesquisadores renomados que desenvolvem pesquisas na área da Modelagem foram encontrados no decorrer da pesquisa, no entanto não se enquadram na condição de teóricos.

Referente à segunda questão, a respeito das relações entre a Modelagem e a Pesquisa como princípio educativo encontradas nas pesquisas selecionadas, foi possível observar a forma como a Pesquisa é desenvolvida em uma intervenção. Na MM, independente da perspectiva teórica adotada, após a identificação do problema e das variáveis, os estudantes necessitam realizar buscas com a finalidade de compreender e assimilar o problema a ser resolvido, nessa etapa da Modelagem encontrou-se duas perspectivas: a busca por conteúdos e o levantamento de dados. Ao procurar na rede mundial de computadores por um tema, o estudante está realizando uma busca por conteúdos, uma forma de assimilar o conteúdo por meio da leitura de algum material físico ou digital. Nessa leitura o estudante de forma autônoma tem a possibilidade de compreender o problema para que possa resolvê-lo. No levantamento de dados, os estudantes não encontram as informações que precisam prontas em um livro ou meio digital, então torna-se necessário realizar experiências que possibilite compreender o problema. Apenas diante dessa compreensão, ou seja, de forma que o estudante ressignifique a informação coletada, adequando-a ao contexto ao qual está inserido é possível perceber a efetivação da pesquisa.

O ato de pesquisar compreende os dois métodos de ensino aqui desenvolvidos, tanto a MM quanto a Pesquisa como princípio educativo. Além disso, em ambos ocorre a construção de um modelo, seja ele de forma físico, teórico ou simbólico (Biembengut, 2016). Essa apresentação do modelo como resultado de um produto produzido pelo estudante por meio de experimentos, ou pesquisa, é mais uma aproximação entre os métodos constatados na última

etapa de ambos. Essa abordagem foi identificada por meio da análise das produções, no entanto, em nenhuma das produções foi encontrada alguma menção que diz respeito a relação entre os métodos.

Diante da análise realizada, evidencia-se que a Modelagem e a Pesquisa como princípio educativo possuem relações ainda não exploradas em pesquisas acadêmicas, em particular, como teses e dissertações. Como perspectiva futura, considera-se realizar a RSL em artigos publicados com o mesmo tema, com a finalidade de verificar se algum artigo já desenvolveu este caminho investigativo.

Referências

- Barbosa, J. C. (2001). *Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores*. [Tese de doutorado em Educação Matemática Instituto de Geociências e Ciências Exatas Universidade Estadual Paulista de Rio Claro].
- Bassanezi, R. C. (2010). *Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia*. Editora Contexto.
- Biembengut, M. S. (2014). *Modelagem matemática no Ensino Fundamental*. Editora da FURB São Paulo.
- Biembengut, M. S. (2016). *Modelagem na educação matemática e na ciência*. Editora Livraria da Física.
- Borba, M. C. (2012). Humans-with-media and continuing education for mathematics teachers in online environments. *ZDM*, 44, 802–814.
- Brousseau, G. (2008). *Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino*. Editora Ática.
- Burak, D. (1992). *Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino e aprendizagem*. [Tese de doutorado educacional Faculdade de Educação Universidade de Campinas].
- Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. La Pensee Sauvage Paris.
- Demo, P. (2011). *Pesquisa: princípio científico e educativo*. Editora Cortez São Paulo.
- Duval, R. (1993). Registres de Représentation Sémiotique et Fonctionnement Cognitif de la Pensée. *Annales de Didactiques et de Sciences Cognitives*, 5, 35-65.
- Fiorentini, D. (1995). Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil. *Zetetiké*, 3(4), 1-37.
- Galiuzzi, M. C. (2012). *O professor na sala de aula com pesquisa*. In: Moraes, R. Lima, V. M. R. *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. EDIPURCS, (p. 215-231).

- Gessinger, R. M. (2012). *Teoria e fundamentação teórica na pesquisa em sala de aula*. In: Moraes, R. Lima, V. M. R. *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. EDIPURCS, (p. 141-150).
- Lara, I. C. M. (2011). A Constituição Histórica de Diferentes Sujeitos Matemáticos. *Acta Scientiae*, (13), 97-114.
- Lara, I. C. M. (2013). O ensino da Matemática por meio da História da Matemática: possíveis articulações com a Etnomatemática. *Vidya*, (33), 51-62.
- Lara, I. C. M. (2019). Formas de vida e jogos de linguagem: a Etnomatemática como método de pesquisa e de ensino. *Com a Palavra, O Professor*, (4), 36-64.
- Lima, V. M. R. (2012). *Pesquisa em sala de aula: um olhar na direção do desenvolvimento da competência social*. In: Moraes, R. Lima, V. M. R. *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. EDIPURCS, (p. 203-214).
- Lima, V. M. R. Grillo, M. C. (2012). *A pesquisa em sala de aula*. In: Grillo, M.C. Freitas, A.L.S. Gessinger, R.M. Lima, V. M. R. *A gestão da aula universitária na PUCRS*. EDIPUCRS.
- Moraes, R. Galiuzzi, M. C. Ramos, M. (2012). *Pesquisa em sala de Aula: fundamentos e pressupostos*. In: Moraes, R. Lima, V. M. R. *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. EDIPURCS, (p. 11-20).
- Oliveira, J. D. Madruga, Z. E. DE F. (2018). Mapeamento de produções brasileiras sobre o uso da Modelagem Matemática no ensino de Cálculo Diferencial e Integral. *Revista Docência do Ensino Superior*, 8(2), 211-227.
- Onuchic, L. R. Allevato, N. S. G. (2004). *Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas*. In: Bicudo, M. A. V. Borba, M. C. *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. Editora Cortez São Paulo, (p.213 – 231).
- Pickering, C. Byrne, J. (2014). The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early career researchers. *Higher Education Research and Development*, 33(3), 534-548.
- Ramos, M. G. Lima, V. M. R. Rocha Filho, J. B. (2009). A pesquisa como prática na sala de aula de Ciências e Matemática: um olhar sobre dissertações. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(3), 53-81.
- Silva, M. R. G. (1996). Concepções didático-pedagógicas do professor-pesquisador em Matemática e seu funcionamento na sala de aula de Matemática. *Revista Bolema*, (12) 13-27.
- Tall, D. (2004). Introducing the three worlds of mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 23(3), 29-33.