

**Vertentes sobre a modelagem matemática e o letramento matemático a partir de uma  
revisão bibliográfica**  
**Approaches to mathematical modelling and mathematical literacy based on a  
bibliographic review**  
**Temas sobre modelado matemático y alfabetización matemática a partir de una  
revisión bibliográfica**

Emilly Gonzales Jolandek<sup>1</sup>  
Universidade Estadual de Maringá  
<https://orcid.org/0000-0003-2602-8303>  
Lilian Akemi Kato<sup>2</sup>  
Universidade Estadual de Maringá  
<https://orcid.org/0000-0001-8770-3873>

### **Resumo**

Este artigo tem como objetivo identificar, a partir de uma revisão bibliográfica sistemática realizada em bases de buscas nacionais e internacionais, possíveis vertentes sobre a modelagem matemática e o letramento matemático. Norteados pela questão “Como o letramento matemático aparece em pesquisas envolvendo a modelagem matemática?”, o mapeamento realizado apontou para 20 trabalhos que atendem nossa interrogação. A pesquisa possui natureza qualitativa e para tratamento e análise dos dados utilizou-se a análise textual discursiva, que possibilitou a emergência de três categorias que atendem a questão norteadora: i) Competências matemáticas e competências do letramento são desenvolvidas e/ou requeridas por meio de atividades de modelagem matemática; ii) o letramento matemático tem a modelagem matemática como uma de suas competências; iii) As competências do letramento matemático e as competências matemáticas são analisadas/avaliadas em provas por meio da modelagem matemática. Com base nessas categorias, conclui-se a presença da modelagem

---

<sup>1</sup> E-mail: [emillyjolandek@gmail.com](mailto:emillyjolandek@gmail.com)

<sup>2</sup> E-mail: [lilianakemikato@gmail.com](mailto:lilianakemikato@gmail.com)

matemática no letramento matemático, indicando que o desenvolvimento de atividades de modelagem promove as competências do letramento matemático.

**Palavras-chave:** Modelagem matemática, Letramento matemático, Competências do letramento matemático, Revisão bibliográfica sistemática.

### **Abstract**

This article aims to identify possible approaches to mathematical modelling and mathematical literacy based on a systematic literature review, which was done through national and international search bases. Guided by the question “How does mathematical literacy appear in research involving Mathematical Modelling?”, the mapping that we carried out pointed to 20 publications that answer our question. The research has a qualitative nature, and for the treatment and analysis of the data we used the textual discursive analysis, which enabled the emergence of three categories that match the guiding question: i) Mathematical skills and literacy skills are developed and/or required through mathematical modelling activities; ii) mathematical literacy has mathematical modelling as one of its competencies; iii) mathematical literacy skills and mathematical skills are analysed/evaluated through tests using mathematical modelling. Based on these categories, the presence of mathematical modelling in mathematical literacy has been identified, which indicates that the development of modelling activities promotes the skills of mathematical literacy.

**Keywords:** Mathematical modelling, Mathematical literacy, Competency, Systematic literature review.

### **Resumen**

Este artículo tiene como objetivo identificar posibles usos del modelado matemático y de la alfabetización matemática a partir de una revisión bibliográfica sistemática, realizada en bases

de búsqueda nacionales e internacionales. Guiados por la pregunta "¿Cómo aparece la competencia matemática en las investigaciones que involucran el modelado matemático?", el mapeo realizado señaló 20 trabajos relacionados a nuestra pregunta. La investigación tiene un carácter cualitativo y para el tratamiento y análisis de los datos se utilizó el análisis textual discursivo, lo que posibilitó el surgimiento de tres categorías que atienden a la pregunta orientadora: i) se desarrollan y/o requieren competencias matemáticas y competencias de alfabetización mediante actividades de modelado matemático; ii) la alfabetización matemática tiene el modelado matemático como una de sus competencias; iii) las habilidades de alfabetización matemática y las habilidades matemáticas se analizan/evalúan en pruebas a través de la utilización de modelos matemáticos. Con base en estas categorías, se identifica la presencia del modelado matemático en la competencia matemática, lo que indica que el desarrollo de actividades de modelado promueve las habilidades de la competencia matemática.

**Palabras clave:** Modelización matemática, Alfabetización matemática, Competencia, Revisión bibliográfica sistemática

### **Résumé**

Cet article vise à identifier, à partir d'une revue systématique de la littérature réalisée dans des bases de données de recherche nationales et internationales, les approches possibles de la modélisation mathématique et de littératie mathématique. Guidée par la question "Comment l'alphabétisation mathématique apparaît dans les recherches mettant en jeu la modélisation mathématique ?" La cartographie réalisée a pointé 20 travaux qui répondent à notre question. La recherche est de nature qualitative et pour le traitement et l'analyse des données, l'analyse textuelle discursive a été utilisée, ce qui a permis l'émergence de trois catégories qui répondent à la question directrice : i) compétences mathématiques e compétence de l'alphabétisation sont développées à partir d'activités de modélisation mathématique; ii) La modélisation

mathématique est l'une des compétences de littératie mathématique ; iii) Les compétences de littératie mathématique et les compétences en mathématiques sont analysées/évaluées dans des tests mettant en jeu la modélisation mathématique. Sur la base de ces catégories, nous identifions la présence de la modélisation mathématique dans littératie mathématique, indiquant que le développement d'activités de modélisation favorise les compétences en alphabétisation mathématique.

**Mots-clés :** Modélisation mathématique, Littératie mathématique, Compétences en littératie mathématique, Revue systématique de la littérature

## **Vertentes sobre a Modelagem Matemática e o letramento matemático a partir de uma revisão bibliográfica**

A evolução da sociedade, da tecnologia, das informações imediatistas advindas dela e dos desafios globais, exigem de seus membros conhecimentos sobre a Ciência e a Matemática, pois tem sido cada vez mais necessário a construção do pensamento crítico, a fim de superar as dificuldades vigentes do século XXI e resolver os problemas da vida real. Nesse contexto, a preocupação em letrar a sociedade científica e matematicamente vem emergindo em diversos cenários educacionais visando, entre outros, o grande avanço global.

Os letramentos científico e matemático são propostos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a partir da elaboração de competências de aprendizagens que devem ser adquiridas e desenvolvidas ao longo da vida. Para tanto, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), elaborado pela OCDE, visa verificar essas competências do letramento nas áreas de Matemática, Ciência e Leitura, em alunos que estão no final da Educação Básica.

Os resultados do Brasil, especificamente, estão abaixo da média proposta pela OCDE, o que é preocupante, pois mostra implicitamente que os alunos, ao final da Educação Básica no Brasil, não conseguem aplicar/desenvolver o que foi aprendido durante todo o ensino escolar. Alguns países, como a Alemanha e Dinamarca, vêm tomando medidas para letrar e desenvolver competências nos alunos. Colocando a Matemática em foco, área central de nosso artigo, nestes dois países a medida tomada foi o uso da Modelagem Matemática<sup>3</sup> (doravante denominada por MM), implementada no currículo, bem como em projetos externos.

Os estudos de Niss (1999, 2003, 2014), por exemplo, apontam para a utilização da MM, na Dinamarca, como uma alternativa para o desenvolvimento do letramento matemático

---

<sup>3</sup> O termo Modelagem Matemática (MM) se refere à Modelagem Matemática, de maneira geral, isto é, no âmbito de pesquisas internacionais e nacionais. Já o termo Modelagem Matemática na Educação Matemática está se referindo apenas a pesquisas nacionais da área da Matemática e, por esse motivo, não utilizamos a abreviação da palavra a fim de diferenciar os dois termos.

e das competências matemáticas ligadas ao letramento. Já na Alemanha, a MM foi acrescentada ao currículo educacional para que os alunos aprendessem a resolver problemas matemáticos baseados em situações reais (Hankeln, Adamek, & Greefrath, 2019), indo ao encontro do que é solicitado nas avaliações do PISA – letramento e, conseqüentemente, competências matemáticas.

O letramento matemático consiste na capacidade de formular, empregar e interpretar/avaliar a Matemática em uma série de problemas do contexto real (OCDE, 2016). Consiste dizer que um indivíduo é letrado matematicamente, quando o mesmo consegue aplicar suas competências e conhecimentos matemáticos para resolver problemas reais. Essas competências são: comunicar-se matematicamente; representar matematicamente; matematizar/modelar matematicamente; resolver problemas; argumentar matematicamente; utilizar linguagem simbólica, formal e técnica; e utilizar ferramentas matemáticas (OCDE, 2016).

A MM também considera relevante o contexto real, em que seja possível interpretar e/ou fazer previsões de fenômenos que envolvem diversas áreas do conhecimento a partir da elaboração de modelos matemáticos. Segundo Blum (1996), o processo de MM começa com um problema do mundo real. Ao simplificar, estruturar e idealizar esse problema, obtém-se um modelo que descreve, simplificadamente, a realidade considerada. O processo de matematização do problema leva a um modelo matemático, cuja solução é interpretada e validada.

A Modelagem Matemática, no contexto da Educação Matemática, vem se configurando como uma maneira de se “fazer matemática” na sala de aula ou fora dela e, também, pode ser compreendida como uma maneira de se ler o mundo e de se educar matematicamente (Meyer, Caldeira, & Malheiros, 2017), o que vai ao encontro das concepções sobre o letramento matemático e suas competências.

Imbuídos desse contexto buscamos, a partir de uma revisão bibliográfica sistemática, identificar como o letramento matemático e suas competências aparecem em pesquisas de MM. Para tanto, realizamos um mapeamento de teses, dissertações e artigos, em bases nacionais e internacionais, dos quais foram selecionados 20 trabalhos. Ao olhar para as pesquisas selecionadas, apontamos elementos que indicam sobre possibilidades de associação da MM para o favorecimento de uma sociedade científica e matematicamente letrada, o que poderá repercutir nas aulas de Matemática da Educação Básica. Diante disto, nos questionamos: Como o letramento matemático aparece em pesquisas envolvendo a Modelagem Matemática?

### **Procedimentos metodológicos**

Optamos por realizar uma investigação de cunho bibliográfico, especificamente uma revisão de literatura, onde foi feito um mapeamento em artigos, dissertações e teses, nacionais e internacionais, a fim de identificar como o letramento matemático e suas competências estão presentes em pesquisas de MM. O mapeamento das pesquisas foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica sistemática. Para Sampaio e Mancini (2007, p. 84), a revisão sistemática,

[...] é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema. Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada.

Os autores (2007) apontam que esse tipo de revisão é importante, pois, ao agrupar os estudos relacionados à temática escolhida, podem apresentar lacunas a serem preenchidas, auxiliando na orientação para futuras investigações. Vale destacar também o trabalho de Mendes e Pereira (2020), que traz um guia em como realizar pesquisas do tipo revisão sistemática no ensino de Matemática, o qual contribuiu também para a estruturação desta pesquisa.

Em consonância com os autores (Sampaio & Mancini, 2007; Mendes & Pereira, 2020), para a realização deste método de revisão sistemática, é necessário seguir alguns passos. Na tabela 1 são descritos os passos propostos pelos autores, seguidos de como serão desenvolvidos e apresentados neste trabalho.

Tabela 1.

*Descrição para o desenvolvimento da revisão sistemática (as autoras, 2021)*

Passos para realizar a revisão sistemática, segundo Sampaio e Mancini (2007, p. 85)	Descrição do desenvolvimento da revisão sistemática
i) <b>Pergunta:</b> Uma revisão sistemática requer uma pergunta ou questão bem formulada.	Como o letramento matemático aparece em pesquisas envolvendo a Modelagem Matemática?
ii) <b>Buscar evidências:</b> definição de termos ou palavras-chave, seguida das estratégias de busca, definição das bases de dados e de outras fontes de informação a serem pesquisadas.	<p><b>Palavras-chave:</b> Modelagem Matemática, letramento matemático, competências, <i>Mathematical Modelling</i>, <i>mathematical literacy</i> e <i>competency</i>.</p> <p><b>Nível:</b> Artigos, dissertações e teses.</p> <p><b>Site de busca:</b> Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)<sup>4</sup>; Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (T&amp;D)<sup>5</sup>, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)<sup>6</sup>, <i>Google acadêmico</i><sup>7</sup>, <i>ProQuest</i><sup>8</sup> e <i>Web of Science</i><sup>9</sup>.</p>
iii) <b>Revisando e selecionando os estudos:</b> Quando o título e o resumo não são esclarecedores, deve-se buscar o artigo na íntegra. Além disso, deve-se traçar critérios de inclusão e exclusão das pesquisas.	<p><b>Crítérios de inclusão e exclusão:</b> i) Os trabalhos deverão abordar sobre o letramento matemático e a MM, bem como suas respectivas competências; ii) Poderão abordar sobre competências da MM, contanto que tragam fragmentos do letramento matemático e/ou alfabetização científica, implícitos ou explícitos; iii) Os trabalhos poderão abordar sobre alfabetização/letramento científico e a MM; iv) Trabalhos que abordarem sobre a MM e o PISA; v) Poderão ser de todos os níveis de ensino (Educação Básica até o Ensino Superior); vi) Deverão ser trabalhos da área de Matemática, caso sejam de áreas afins e não estejam relacionados ao objetivo da investigação, serão excluídos; vii) Trabalhos que não abordam a temática (MM, Letramento, competências) serão excluídos; viii) Trabalhos que apenas desenvolveram práticas de MM, e não abordam o letramento matemático/científico nem competências serão excluídos; ix) trabalhos que falam apenas de competências na Matemática que está em consonância com currículo de Matemática, mas não abordam sobre a MM e nem sobre o letramento matemático, serão excluídos. x) artigos repetidos, ou advindos de teses e dissertações já selecionadas, serão excluídos.</p>
iv) <b>Analisando a qualidade metodológica dos estudos:</b> Nesta fase é importante que os pesquisadores considerem todas as possíveis fontes de	Utilizamos o método PRISMA, que consiste em um conjunto mínimo de itens com base em evidências para relatórios em revisões sistemáticas e meta-análises, o qual utilizaremos um diagrama para expor os resultados da busca (PRISMA, 2015). Também utilizamos

<sup>4</sup> <https://www.periodicos.capes.gov.br/>

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

<sup>6</sup> <http://bdt.d.ibict.br/vufind/>.

<sup>7</sup> <https://scholar.google.com.br/>.

<sup>8</sup> <https://www.proquest.com/index>.

<sup>9</sup> O portal da *Web of Science* é acessado via o *site* do Periódicos da CAPES, no item “acesso café”, sendo necessário estar vinculado a uma universidade para ter esse acesso.



erro, que podem comprometer a relevância do estudo em análise. Um conhecimento aprofundado de métodos de investigação e de análise estatística, bem como das medidas ou dos instrumentos de mensuração empregados.	a Análise Textual Discursiva, a fim de trazer reflexões sobre a temática e possíveis lacunas a serem preenchidas.
<b>v) Apresentando os resultados:</b> artigos incluídos na revisão sistemática podem ser apresentados em um quadro que destaca suas características principais, tanto positivas quanto negativas.	Após as seleções dos trabalhos, pelos títulos, resumos e leitura na íntegra, pretende-se trazer reflexões sobre as possíveis lacunas a se preencher, dentro da temática da MM e competências do letramento matemático.

Em nossa revisão bibliográfica sistemática, buscamos analisar artigos, dissertações e teses nacionais e internacionais que envolvessem o tema: MM, letramento matemático e suas competências, no âmbito da Educação Básica, Ensino Superior ou formação de professores, a fim de evidenciar, a partir de investigações existentes, como o letramento matemático e as competências apresentam-se em pesquisas envolvendo a MM.

As palavras-chave selecionadas para realizar as buscas dos trabalhos estão na língua portuguesa para os *sites* brasileiros e na língua inglesa para os *sites* de busca internacionais, como o *Proquest* e *Web of Science*. Entretanto, a ordem das palavras-chave se alterara conforme os *sites* de buscas, pois em alguns conjuntos destas palavras-chave elencadas, não apareceu nenhum trabalho, ou apareceu um número muito grande de trabalhos que não estavam relacionados ao tema. Desta maneira, cada *site* de buscas recebeu especificações diferentes de acordo com os números de trabalhos que apareceram. Logo, procuramos refinar as buscas, de acordo com o questionamento proposto para esta pesquisa.

Para nossa revisão sistemática apresentamos o fluxograma da Figura 1, com base nos parâmetros do Relatório Transparente de Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA), para sintetizar e sistematizar os dados das buscas. O PRISMA consiste em um *checklist* e um fluxograma que buscam padronizar as revisões sistemáticas e meta-análises, ou seja, apresentam itens básicos (não sendo todos obrigatórios), que uma revisão sistemática deve conter e observar em trabalhos já existentes.

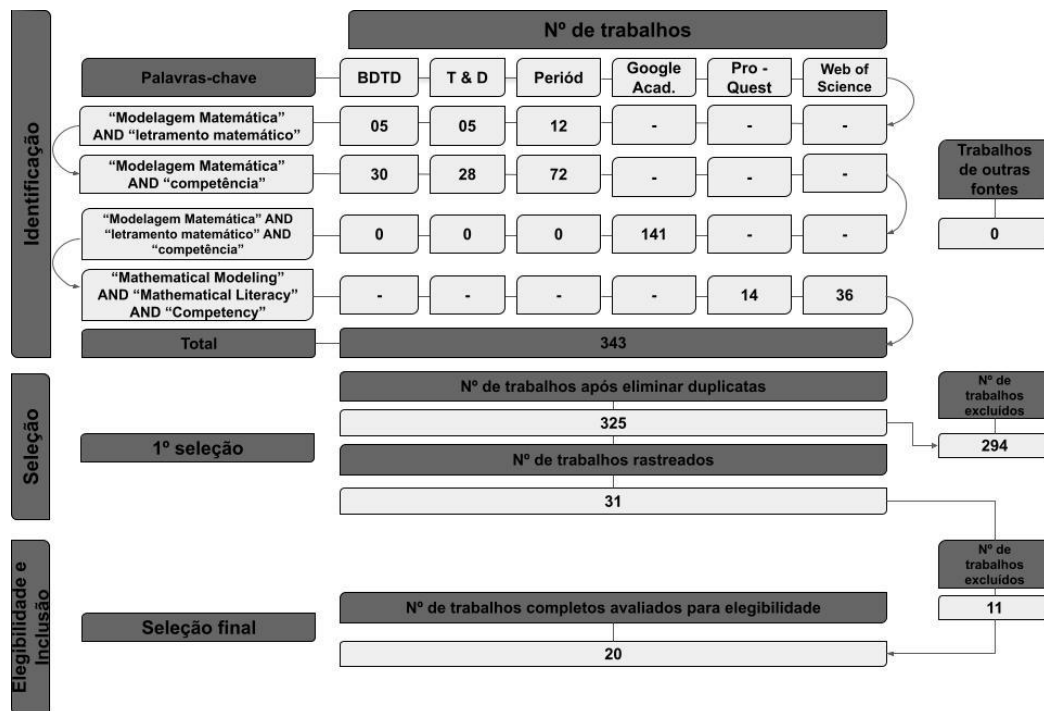


Figura 1.

*Fluxograma de apresentação das etapas e dos resultados da revisão sistemática (as autoras, 2021, com base em PRISMA, 2015)*

Vale destacar que, para todos os *sites* de buscas, utilizamos um operador lógico *booleano*, o “AND”. A utilização desse operador lógico é recomendada por Coutinho (2015), segundo a qual isso permite selecionar um conjunto de trabalhos e informações mais restritos, porém muito mais útil do que fazer a busca com as palavras-chave separadas, sem os conectores lógicos. Por esse motivo, o número de trabalhos encontrados e selecionados não é exageradamente grande, pois as buscas foram precisas ao tema e ao problema desta revisão bibliográfica sistemática.

Assim, a Figura 1 representada pelo fluxograma, com base no PRISMA, apresenta a quantidade de trabalhos encontrados em cada conjunto de palavras-chave, quantos trabalhos foram selecionados e excluídos na primeira seleção, bem como na seleção final. Desta maneira, em uma seleção final, seguindo os critérios apontados no Quadro 1, selecionamos 20 trabalhos.

Para a análise e tratamento dos dados neste trabalho, optamos por utilizar a Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiuzzi (2016), pois por meio da ATD verifica-se uma adequação para a abordagem qualitativa, que facilitará a percepção e interpretação dos fenômenos, bem como sua descrição. Segundo os autores, esse tipo de análise busca identificar e isolar enunciados dos dados coletados, categorizá-los e produzir textos, integrando descrições e interpretações. A ATD é dividida em quatro etapas principais: i) unitarização; ii) categorização; iii) metatexto; e iv) processo auto-organizado.

A primeira etapa consiste na desintegração dos dados ou *corpus*, destacando seus elementos correlacionados. Nesta etapa são identificadas as unidades de significado, obtidas a partir da desmontagem dos textos e que atendem a questão norteadora de nosso trabalho (Moraes & Galiuzzi, 2016). Para os autores, a etapa da unitarização é um processo intenso e rigoroso, “capaz de fazer emergir múltiplos significados a partir de uma reunião de textos” (p. 93).

Para tanto, seguimos esta etapa realizando primeiramente a leitura flutuante dos textos, a fim de compreender todo o contexto de nosso *corpus*, que são os trabalhos selecionados a partir das bases de buscas. Em seguida, desmontamos os textos em frases e/ou discursos, que descreviam as principais ideias e discussões de cada tese, dissertação e artigo. A partir disso, agrupamos cada fragmento extraído de nosso *corpus*, baseado em seus elementos semelhantes, emergindo oito unidades de significados, as quais foram nomeadas de acordo com a ideia central dos fragmentos agrupados. Cada fragmento extraído do *corpus* pertence a apenas uma unidade de significado, entretanto “uma unidade de contexto [...]”, isto é, o contexto do discurso de um único texto analisado, “[...] podem derivar-se várias unidades de significado” (Moraes & Galiuzzi, 2016, p. 73), como apresentamos na Tabela 2.

Tabela 2.

*Unidades de significados que emergiram a partir da desmontagem dos textos (as autoras, 2021)*

Nº	Unidades de Significados	Trabalhos
01	Letramento matemático é desenvolvido e requerido por meio de atividades de Modelagem Matemática.	Scheller (2017); North (2017); Fernandes (2019); Kanthawat, Supap e Klin-Eam (2019); Maass et al. (2019).
02	O letramento científico e alfabetização científica são desenvolvidos por meio de atividades de Modelagem Matemática.	Selong (2013); Sostisso (2014); Fick (2015); Scheller (2017); Souza (2018); Anjos e Paiva (2020).
03	Competências matemáticas são desenvolvidas e requeridas por meio da Modelagem Matemática.	Selong (2013); Fick (2015); Lorin (2015); Ares, Blanco e Portugal (2016); Scheller (2017); Maass et al. (2019).
04	As competências do letramento científico e alfabetização científica são desenvolvidas por meio de atividades de Modelagem Matemática.	Ahtee, Lavonen e Pehkonen (2008); Selong (2013); Sostisso (2014); Fick (2015); Scheller (2017); Souza (2018); Anjos e Paiva (2020).
05	A Modelagem Matemática é tida como uma competência para o desenvolvimento do letramento matemático.	Neumann et al. (2013); Altun e Bozkurt (2017); Rizki e Priatna (2019).
06	O letramento matemático e suas competências são parte do ciclo/etapas da Modelagem Matemática.	Fick (2015); Souza (2018); Sodré e Guerra (2018).
07	Letramento matemático é utilizado como justificativa teórica para utilizar a Modelagem Matemática.	Santos, Neves e Madruga (2020).
08	As competências do letramento matemático e as competências matemáticas são analisadas/avaliadas em provas por meio da Modelagem Matemática.	Bulkova, Medova e Ceretkova (2018); Gabriel, Signolet e Westwell (2018).

O Quadro 2 mostra que, das unidades de significados emergentes de nosso *corpus*, um único trabalho (tese, dissertação ou artigo) pode fazer parte de mais de uma unidade de significado, isso dependeu da temática abordada no trabalho e dos fragmentos extraídos que convergiam com cada unidade.

Além disso, verificamos que a quarta unidade de significado engloba a maioria dos trabalhos (7) e ela é caracterizada por pesquisas que investigaram o letramento/alfabetização científico, e apontaram que as competências do letramento/alfabetização científica podem ser desenvolvidas e/ou requeridas por meio da MM. Apesar desses trabalhos abordarem sobre o letramento/alfabetização científica, a concepção de letramento e alfabetização científica utilizada, converge com o letramento matemático. Contudo, os trabalhos pertencentes à unidade 4 também pertencem a outras unidades de significados.

Já a unidade de significado 7 está composta por apenas um dos trabalhos, o qual descreve o letramento matemático com base no PISA e destaca o baixo rendimento dos alunos

brasileiros em Matemática nesta avaliação, a fim de justificar a utilização da MM no ensino de Matemática. O trabalho de Santos et al. (2020), nesta unidade de significado, infere que os métodos de ensino tradicionais utilizados nas aulas de Matemática são ineficientes para promover o letramento matemático, pois não levam os alunos a refletirem sobre a sua realidade. Desta maneira, os autores apontam que a Modelagem Matemática, no contexto da Educação Matemática, é um método que pode proporcionar uma abordagem diferente dos conteúdos matemáticos a partir de situações reais ou “simuladas”. O letramento não foi um objeto de pesquisa em seu trabalho, aqui o letramento matemático foi utilizado apenas para contextualizar e justificar a importância do uso da Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, para o processo de ensino e aprendizagem.

Passando para a segunda etapa da ATD, a categorização, foram então estabelecidas relações entre as unidades de significados. Depois de selecionados os elementos do *corpus* que constituíram as unidades de significados, compõe-se em dar nome a esses trechos considerados relevantes à pesquisa. Para Moraes e Galiazzi (2016), “conjuntos de elementos de significação próximos constituem as categorias” (p. 44). Para tanto, observamos semelhanças entre as sentenças das oito unidades de significados, onde emergiram três categorias, como apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3.

*Categorias que emergiram a partir das unidades de significados (as autoras, 2021)*

Nº	Categoria	Trabalhos
01	Competências matemáticas e competências do letramento são desenvolvidas e/ou requeridas por meio de atividades de Modelagem Matemática.	Ahtee, Lavonen e Pehkonen (2008); Selong (2013); Sostisso (2014); Fick (2015); Lorin (2015); Ares, Blanco e Portugal (2016); Scheller (2017); North (2017); Sodré e Guerra (2018); Souza (2018); Fernandes (2019); Kanthawat, Supap e Klin-Eam (2019); Maass et al. (2019); Anjos e Paiva (2020).

02	O letramento matemático tem a Modelagem Matemática como uma de suas competências.	Neumann et al. (2013); Altun e Bozkurt (2017); Rizki e Priatna (2019).
03	As competências do letramento matemático e as competências matemáticas são analisadas/avaliadas em provas por meio da Modelagem Matemática.	Bulkova, Medova e Ceretkova (2018); Gabriel, Signolet e Westwell (2018).

A terceira etapa, metatexto ou captação do novo emergente, é o momento em que é feita “a teorização dos fenômenos investigados, [...] é o momento em que o pesquisador se assume autor de seus argumentos” (Moraes & Galiuzzi, 2016, p. 54). É nessa fase que surgem *insights*, onde os autores consideram como uma tempestade de luz. Assim devemos captar elementos para discutir novas compreensões sobre o *corpus*. Em nosso trabalho optamos por realizar textos parciais, referentes a cada categoria, formando gradativamente um texto integrado (Moraes & Galiuzzi, 2016).

O processo da ATD se finaliza como um processo auto-organizado, sendo um ciclo de análise que vai, “da ordem ao caos, e daí a uma nova ordem” (Moraes & Galiuzzi, 2016 p. 66). O ciclo apresentado através das três etapas anteriores compõe o processo auto-organizado, que é o momento de conclusão da investigação realizada.

Na próxima seção buscamos descrever os trabalhos selecionados, isto é, o *corpus*, e em seguida apresentamos as interpretações dadas a cada uma das categorias que emergiram a partir do tratamento dos dados.

### **Análise dos dados: o que dizem as pesquisas?**

Como resultados das buscas, obtivemos um total de 20 trabalhos, que estavam dentro da temática, bem como dos critérios de seleção já descritos anteriormente; e cujas referências se encontram na Tabela 4:

Tabela 4.

*Teses, dissertações e artigos que versam sobre a Modelagem Matemática, letramento matemático e/ou competências (as autoras, 2021)*

Autor/ ano	Título do trabalho	Nível
------------	--------------------	-------

Ahtee, Lavonen e Pehkonen (2008)	<i>Reasons behind the Finnish success in Science and Mathematics in PISA tests</i>	Artigo
Selong (2013)	Modelação Matemática e alfabetização científica da Educação Básica	Dissertação
Neumann et al. (2013)	<i>Modeling and assessing mathematical competence over the lifespan</i>	Artigo
Sostisso (2014)	Modelação Matemática: competência científica de uma licenciatura em Matemática	Dissertação
Fick (2015)	Modelagem nas Ciências e Matemática: das ideias às expressões dos estudantes de Ensino Fundamental	Dissertação
Lorin (2015)	Competências dos alunos em atividades de Modelagem Matemática	Dissertação
Ares, Blanco e Portugal (2016)	<i>Competencia matemática de los alumnos em el contexto de una modelización: aceite y agua</i>	Artigo
Altun e Bozkurt (2017)	<i>A new classification proposal for mathematical literacy problems</i>	Artigo
Scheller (2017)	Modelagem & linguagem científica no Ensino Médio	Tese
North (2017)	<i>In pursuit of an orientation for life-preparation: A case study of the subject mathematical literacy in South Africa</i>	Artigo
Bulkova, Medova e Ceretkova (2018)	<i>Students' competencies in mathematical proofs</i>	Artigo
Gabriel, Signolet e Westwell (2018)	<i>A machine learning approach to investigating the effects of mathematics dispositions on mathematical literacy</i>	Artigo
Sodré e Guerra (2018)	O ciclo investigativo de Modelagem Matemática	Artigo
Souza (2018)	Modelagem Matemática gerando ambiente de alfabetização científica: discussões no ensino de Física	Tese
Fernandes (2019)	Práticas de letramento de professores de Matemática em formação na licenciatura em Educação do Campo	Tese
Kanthawat, Supap e Klin-Eam (2019)	<i>The development of grade 11 students' mathematical literacy on sequences and series using Mathematical Modelling</i>	Artigo
Maas et al. (2019)	<i>The role of Mathematics in interdisciplinary STEM education</i>	Artigo
Rizki e Priatna (2019)	<i>Mathematical literacy as the 21st century skill</i>	Artigo
Anjos e Paiva (2020)	Uma experiência com Modelagem Matemática, letramento científico e BNCC	Artigo
Santos, Neves e Madruga (2020)	Modelagem Matemática e o funcionamento do velocímetro	Artigo

Dentro das 20 pesquisas, obtivemos 3 teses, 4 dissertações e 13 artigos. Não especificamos os anos para selecionar os trabalhos, todavia variaram entre 2008 e 2020. As pesquisas dentro da temática investigada foram crescendo gradualmente a partir de 2017, tendo uma concentração maior nos anos de 2018 e 2019, com 4 trabalhos respectivamente.

Metade dos trabalhos pesquisados são internacionais, e a partir deles verificamos como a MM é utilizada para desenvolver, avaliar e analisar o letramento, em específico o matemático, e suas competências em alunos. Isso nos mostra que no contexto internacional as

avaliações em larga escala como PISA estão mais presentes e têm influenciado nos currículos, bem como no processo de ensino e aprendizagem.

Já nas pesquisas nacionais, é possível observar que o letramento relacionado à Modelagem Matemática aparece de forma tímida e as competências para o letramento matemático, especificamente, não aparecem de forma explícita. Isso pode estar relacionado ao currículo nacional, visto que somente a partir da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2017, também influenciada pelo PISA, o letramento matemático começa a ser abordado de maneira explícita, mas ainda de forma sucinta.

Com relação ao nível de desenvolvimento das pesquisas, além de alguns trabalhos de cunho teórico, verificamos que a maioria foi desenvolvida na Educação Básica, especificamente nos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio, sendo menos pesquisas realizadas com a formação de professores e nenhuma pesquisa realizada com os anos iniciais do Ensino Fundamental.

A fim de responder ao questionamento: Como o letramento aparece em pesquisas que envolvem Modelagem Matemática? Analisamos os trabalhos selecionados por meio da ATD, e destes emergiram três categorias, como já apresentado na Tabela 3, as quais serão descritas e interpretadas a seguir.

**Categoria I – Competências matemáticas e competências do letramento são desenvolvidas e/ou requeridas por meio de atividades de Modelagem Matemática**

Apesar de nossa pesquisa bibliográfica sistemática ter o foco na Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, letramento matemático e suas competências, alguns trabalhos selecionados que apareceram nesta primeira categoria e nas demais abrangem ao letramento científico e à alfabetização científica, visto que a concepção de alfabetização científica converge para a concepção de letramento científico e, conseqüentemente, para o letramento matemático. Ambos buscam educar uma sociedade que



consiga resolver problemas da vida real a partir de suas competências matemáticas e científicas.

As competências fazem parte de todo o processo de desenvolvimento do letramento, seja o matemático ou científico, portanto não se desenvolve o letramento matemático no indivíduo sem as competências. Desta maneira, essa primeira categoria é composta por grande parte do *corpus*, ou seja, a maioria dos trabalhos aborda que a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática propicia e favorece um ambiente de aprendizagem para o desenvolvimento e apropriação do letramento matemático e/ou científico e suas competências.

As pesquisas de Selong (2013), Sostisso (2014), Fick (2015) e Scheller (2017) abordam a mesma temática, sobre a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática e alfabetização científica com suas respectivas competências. Nesses trabalhos as concepções de alfabetização científica convergem para a definição de letramento científico e matemático, visto que se embasam na definição do PISA, entretanto optam por usar o termo alfabetização científica. Apesar de todos terem a mesma temática, os níveis de ensino escolhidos para realizar as pesquisas foram diferentes, mas os objetivos dos trabalhos e suas considerações possuem semelhanças. Ambas as pesquisas buscam analisar a alfabetização científica e suas competências, em alunos, por meio de aspectos teóricos e práticos da Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática.

As considerações finais destas pesquisas apontam que a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática contribuiu, favoreceu e estimulou a alfabetização/letramento e competências científicas dos estudantes, bem como a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática contribui para a apropriação da linguagem científica, pois possibilita ao estudante o desenvolvimento de habilidades relativas ao letramento matemático e científico (Scheller, 2017). Como é destacado no trabalho de Sostisso (2014, p. 134), “o método da modelação (Modelagem Matemática) buscou favorecer a alfabetização e

competências científicas dos estudantes”. Fick (2015) também aponta em seus resultados que a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática “foi eficaz para a aprendizagem dos estudantes, uma vez que desenvolveu neles competência para identificar, aplicar e compreender conhecimentos a fim de serem alfabetizados cientificamente” (p. 157).

Os trabalhos de Souza (2018) e Anjos e Paiva (2020) buscaram mostrar, através de um minicurso para professores de Física e alunos da Licenciatura integrada em Matemática e Física, como a MM propicia um ambiente para a formação de sujeitos cientificamente alfabetizados. Para isso, os autores desenvolveram atividades de MM com os participantes do minicurso, e em seguida empregaram um quadro contendo diferentes competências, consideradas necessárias, para que um sujeito seja alfabetizado cientificamente. O quadro de competências do letramento/alfabetização científica serviu para investigar as possíveis competências que foram desenvolvidas ou requeridas durante as etapas da atividade de MM desenvolvida. Souza (2018, p. 162) aponta que “tais correspondências (competências identificadas nas atividades de MM) sinalizam que o ciclo de modelagem pode ser efetivo para o desenvolvimento de diferentes competências para alfabetização científica”. Ambos os trabalhos chegaram à conclusão de que a alfabetização/ letramento científico pode ser desenvolvido por meio da MM, a qual gera um ambiente que pode formar sujeitos alfabetizados/letrados cientificamente. Para Anjos e Paiva (2020, p. 137), “esta metodologia de ensino (a MM), [...] tem mostrado que além de aprender conceitos científicos os alunos também desenvolvem o seu letramento científico compreendendo e sabendo fazer uso dos mesmos em situações práticas da vida”.

Além do letramento científico e suas competências que podem ser desenvolvidos com o auxílio da MM, como mostraram os trabalhos anteriores, Fernandes (2019); Kanthawat et al. (2019); Maass et al. (2019); Santos et al. (2020) e North (2017) salientam que o letramento matemático também pode ser desenvolvido por meio da MM.

Fernandes (2019), em sua tese, buscou compreender as práticas de letramento mobilizadas e problematizadas na formação inicial de professores em Educação do Campo. A partir de sua pesquisa é apontado que a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática é identificada como uma maneira de desenvolver o letramento matemático, ela se constitui como uma prática para o letramento matemático.

Já os resultados da pesquisa de Kanthawat et al. (2019, p. 3) mostram que “o letramento matemático pode ser desenvolvido por meio da MM com os processos que consistem em: formular situações, empregar conceitos matemáticos, fatos, procedimentos, raciocínio, interpretação, aplicação e avaliação de resultados”. Neste contexto, Maas et. al (2019) e Santos et al (2020) também destacam que a implementação da MM nas aulas de Matemática tem o potencial de promover o letramento matemático e científico e desenvolver uma compreensão aprofundada do conteúdo matemático.

Já a pesquisa de North (2017), que foi realizada na África do Sul, mostra o letramento matemático como uma disciplina do currículo escolar, articulada à disciplina de Matemática. A disciplina de letramento matemático, implementada ao final do Ensino Médio, tem por objetivo promover esperança para um trabalho local futuro. Desta maneira, são desenvolvidas atividades de MM a fim de desenvolver competências do letramento matemático.

Com relação às competências matemáticas que coincidem com as do letramento matemático (Niss, 1999, 2014; OCDE, 2016), são apresentadas também nos trabalhos de Lorin (2015) e Ares et al. (2016). Lorin (2015) expõe que,

[...] para o desenvolvimento de competências é adequado o uso de atividades investigativas e não rotineiras. A Modelagem Matemática tem sido caracterizada por diferentes pesquisadores da área de Educação Matemática, por exemplo, Almeida (2012), Klüber (2012), como uma atividade que é essencialmente investigativa e, em geral, também requer do aluno procedimentos não rotineiros. (p. 15).

Em seu estudo, Lorin (2015) apresenta como as competências podem ser desenvolvidas e/ou requeridas por meio de atividade de Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática.

Já o trabalho de Ares et al. (2016) teve por objetivo analisar se os alunos da Licenciatura em Matemática são capazes de gerar um modelo matemático e aplicá-lo no contexto real. No artigo, a MM está integrada à abordagem por competências, os quais a definem de acordo com o PISA. O trabalho destaca que as competências mostram se o aluno é capaz de aplicar seus conhecimentos matemáticos em problemas reais, que nesse caso foi em problemas reais de MM. Os autores chegaram ao resultado de que os alunos não são competentes em Matemática de acordo com o PISA, e isso só foi possível com a aplicação da MM. Neste trabalho, as competências também aparecem como algo que pode ser desenvolvido por meio da MM.

Sendo identificado que o letramento matemático e suas competências podem ser desenvolvidos por meio da Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, Sodré e Guerra (2018) mostram que,

[...] a noção de letramento em Matemática nos encaminha ao encontro da noção de Modelagem Matemática. [...] No ensino de MM, inclusive no Brasil, o ciclo de MM é tradicionalmente assumido, como assim o faz o Relatório Nacional do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes. (p. 240).

Os autores expõem aqui que o letramento matemático e suas competências fazem parte do ciclo/etapas da Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, logo inferimos que por esse fato o letramento matemático está conectado à Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática. O exposto por Sodré e Guerra (2018) vai ao encontro do exposto pela matriz do PISA, a qual destaca que “o ciclo de Modelagem é um aspecto fundamental da concepção do PISA sobre os estudantes como solucionadores ativos de problemas” (OCDE, 2016, p. 139).

Evidenciamos nesta categoria a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, como uma metodologia significativa para o desenvolvimento do letramento, seja o matemático e/ou científico e suas competências, nos diversos níveis de ensino. Podemos inferir que, apesar de cada trabalho ter seus objetivos, metodologias e práticas diferentes, todos convergem para um mesmo ideal, ou seja, consideram que a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática potencializa, auxilia e melhora o desenvolvimento do letramento e suas competências. Essa descrição aparece tanto na introdução dos textos para contextualizar as investigações, bem como no referencial teórico, resultados e conclusões, dentre os trabalhos citados.

### **Categoria II – O letramento matemático tem a Modelagem Matemática como uma de suas competências**

A segunda categoria significa que parte de nosso *corpus* aponta em suas investigações a MM como competência do letramento matemático, indo ao encontro das definições de letramento matemático e competências propostas pelo PISA (OCDE, 2016; Niss, 1999, 2003, 2014). Essas pesquisas têm como foco o letramento matemático e para desenvolvê-lo são necessárias algumas competências, como já citado na introdução, dentre elas está a MM/matematização<sup>10</sup>, a qual é colocada como a competência mais importante de todo o processo do letramento matemático (Neumann et al., 2013).

O trabalho de Neumann et al. (2013) teve como foco de pesquisa as competências matemáticas, propostas no currículo alemão. As competências matemáticas, ou como se considera nessa categoria, competências do letramento matemático, fazem parte do currículo da Alemanha, as quais são baseadas em avaliações em larga escala como o PISA. Todavia,

---

<sup>10</sup> Na matriz do PISA de 1999 a Modelagem Matemática era uma das competências do letramento matemático, atualmente a matriz do PISA mudou a competência Modelagem Matemática para matematização. A matematização é uma das etapas do ciclo da Modelagem Matemática, ou seja, “a matematização faz parte do desenvolvimento de atividade de Modelagem. [...] A matematização é uma das ações que medeiam a transição entre o problema real e a obtenção de um modelo matemático”. (Almeida & Silva, 2015, pp. 209 e 213).

dentro do currículo alemão é destacado que as competências são desenvolvidas ao longo da vida útil, ao contrário das avaliações em larga escala que colocam as competências apenas como importantes para resolver situações-problemas. Por esse fato, o trabalho de Neumann et al. (2013) foi desenvolvido com alunos da Educação Básica e adultos, a fim de identificar suas competências matemáticas, inclusive a MM. Ele destaca que o processo da MM “em seu sentido de matematizar o mundo real, constitui uma parte central da competência matemática” [do letramento matemático] (Neumann et al. 2013, p. 93).

No trabalho de Altun e Bozkurt (2017), verificou-se o nível de letramento de alunos, dos anos finais do Ensino Fundamental, a partir de aplicações de problemas matemáticos. Da mesma maneira, a MM esteve presente como competência para resolver esses problemas matemáticos, a fim de verificar se os alunos eram letrados matematicamente.

Rizki e Priatna (2019) fizeram um estudo teórico, destacando que o letramento matemático é um componente-chave para construir competências e habilidades do século XXI, portanto o processo fundamental é a matematização, ou seja, a MM, para o desenvolvimento do letramento matemático.

É importante ressaltar o destaque dado à competência “matematizar/modelar matematicamente” do letramento matemático, pois ela refere-se à

[...] organização da realidade percebida através do uso de ideias e conceitos matemáticos. [...] Assim, o processo de matematização ocorre em duas fases diferentes: matematização horizontal, que é o processo de tradução do mundo real para o mundo matemático, e matematização vertical, isto é, trabalhando em um problema no mundo matemático e usando ferramentas matemáticas para resolver o problema (OCDE, 1999, p. 46).

A matematização/modelar matematicamente, recebe esse destaque dentre as competências do letramento matemático, pois ela está presente em qualquer situação-problema do contexto real e sempre será necessário identificar a Matemática presente nele (OCDE, 1999).

A partir destes trabalhos, que possibilitaram a emergência dessa segunda categoria, verificamos que a competência da matematização é a mais importante para que um indivíduo possa ser letrado matematicamente. A competência da matematização acarreta as demais competências do letramento matemático, visto que estão articuladas.

**Categoria III – As competências do letramento matemático e as competências matemáticas são analisadas/avaliadas em provas por meio da Modelagem Matemática.**

Esta terceira categoria é composta por trabalhos que abordaram a MM como um instrumento para analisar/avaliar as competências matemáticas e competências do letramento matemático/científico em avaliações.

Para o trabalho de Bulkova et al. (2018) foram analisadas as soluções dos alunos em problemas abertos, em uma prova de concurso de Matemática chamado *Mathematical B-day*, na Eslováquia. A análise consistiu em olhar para as competências matemáticas, o processo de MM desenvolvido pelos alunos, nível de argumentação e capacidade de escrita Matemática. Ou seja, implicitamente a avaliação olhou para o letramento matemático dos alunos. Neste trabalho a análise foi realizada também por meio de modelos matemáticos, onde chegaram aos resultados que os alunos apresentam um alto nível com competências matemáticas e argumentação matemática. Já o estudo de Gabriel et al. (2018) utilizou da MM, mais especificamente um modelo estatístico, para analisar disposições psicológicas, demografia e o letramento matemático, usando o conjunto de dados do PISA 2012, de mais de 14 mil alunos da Austrália.

Esta categoria caracterizou-se pelo fato de os trabalhos utilizarem a MM, isto é, criação de modelos matemáticos, para analisar competências matemáticas e competências do letramento matemático em avaliações. Fica visível que a MM, além de auxiliar no desenvolvimento do letramento matemático e suas competências, como apontam as outras categorias, serve como instrumento diagnóstico na avaliação do desempenho matemático, a

partir de elaborações de modelos matemáticos. Isso é utilizado também em avaliações em larga escala como o PISA e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), os quais utilizam a Teoria de Resposta ao Item<sup>11</sup> (TRI) para avaliar suas competências e proficiência na área específica (Santos, 2017).

### **Considerações Finais**

O presente trabalho, a partir de uma revisão bibliográfica sistemática, buscou identificar como o letramento matemático e suas competências aparecem em pesquisas de MM. Para tanto, buscamos responder: como o letramento matemático aparece em pesquisas de Modelagem Matemática?

Nesse contexto, evidenciamos que trabalhos internacionais mostram a presença das avaliações do PISA no contexto escolar, e seus impactos nos currículos escolares. Neles está consolidado o desenvolvimento da MM em sala de aula, bem como em avaliações, para analisar e potencializar o letramento matemático/científico e suas competências. Já nos trabalhos nacionais verificamos enfoque para o letramento/alfabetização científico, em detrimento do letramento matemático e suas competências, ainda que esse tema esteja implícito nas pesquisas, sob as lentes da MM.

Nesse viés, concluímos que a MM pode ser vista como uma metodologia para o ensino de Matemática e como uma competência do letramento matemático. No entanto, identificamos que não foi abordado nos trabalhos brasileiros a MM como uma das competências específicas do letramento matemático, mas apresenta-se as etapas da MM como convergentes com a concepção do letramento. Disso, inferimos sobre a iminência de pesquisas nacionais que concebam a MM também, como uma das competências do letramento matemático, com vistas a educar o aluno matematicamente, por meio de problemas reais.

---

<sup>11</sup> Não discutiremos neste trabalho sobre a TRI, apenas trouxemos como um exemplo de modelo matemático utilizado em avaliações em larga escala para avaliar a proficiência e competência dos alunos.



As três categorias emergentes do mapeamento realizado evidenciam as interseções, decorrentes das pesquisas, sobre MM e letramento matemático apontando sobre os potenciais da MM no desenvolvimento e avaliação das competências matemáticas e do letramento matemático. De outro modo, evidenciaram que o letramento matemático prevê a MM como uma de suas competências, o que, juntamente com as outras duas categorias, corrobora para a conclusão de que uma pode contribuir para o desenvolvimento da outra.

Desta maneira, para pesquisas futuras destacamos a necessidade de verificar o desenvolvimento do letramento matemático em atividades de Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática em diferentes níveis de ensino, incluindo os anos iniciais do Ensino Fundamental, onde não encontramos pesquisas. Além disso, verificamos sobre a necessidade de se olhar para a formação de professores, tendo em vista a MM como favorecedora do desenvolvimento do letramento matemático e suas competências.

### **Agradecimentos**

A primeira autora agradece, pela bolsa de doutorado, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, código de financiamento 001.

### **Referências**

- Ahtee, M., Lavonen, J., & Pehkonen, E. (2008). Reasons behind the Finnish success in Science and Mathematics in PISA tests. *Problems of Education in the 21st Century*, 6, 18.
- Almeida, L. M. W. de, & Silva, H. C. da. (2015). A matematização em atividades de modelagem matemática. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 8(3), 207-227.
- Altun, M., & Bozkurt, I. (2017). A New Classification Proposal for Mathematical Literacy Problems. *Education & Science/Egitim ve Bilim*, 42(190)
- Anjos, J. S. V., & Paiva, K. S. (2020). Uma experiência com modelagem matemática, letramento científico e BNCC (pp. 126-141). In Souza, E. S. R. et al. *Modelagem matemática na educação amazônica*. Rfb Editora.
- Ares, J. B., Blanco, M. F., & Portugal, M. S. (2016). Competencia matemática de los alumnos en el contexto de una modelización: aceite y agua. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 19(2), 135-164.

- Blum, W. (1996). Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht – Trends und Perspektiven. *Schriftenreihe Didaktik der Mathematik*, 23, 15-38.
- Bulkova, K; Medova, J; Ceretkova, S. (2018). *Students' competencies in mathematical proofs*. In Edulearn 18. 10th International Conference on Education and New Learning Technology (Palma, 2nd-4th of July, 2018): conference proceedings (pp. 5650-5657). IATED Academy.
- Coutinho, C. P. (2015) *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas*. Leya.
- Fernandes, F. L. P. (2019). *Práticas de letramento de professores de matemática em formação na licenciatura em educação do campo*. (Tese de Doutorado).
- Fick, C. R. (2015). *Modelagem nas ciências e matemática: das ideias às expressões dos estudantes de ensino fundamental*. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Porto Alegre.
- Gabriel, F., Signolet, J., & Westwell, M. (2018). A machine learning approach to investigating the effects of mathematics dispositions on mathematical literacy, *International Journal of Research & Method in Education*, 41(3), 306-327.
- Hankeln, C., Adamek, C., & Greefrath, G. (2019). Assessing Sub-competencies of Mathematical Modelling – Development of a New Test Instrument. In Lines of inquiry in mathematical modelling research in education (p. 143-160). *Springer*, Cham.
- Kanthawat, C., Supap, W., & Klin-Eam, C. (2019). The development of grade 11 students' mathematical literacy on sequences and series using mathematical modelling. In *Journal of Physics: Conf. Series*, 1-6.
- Lorin, A. P. Z. (2015). *Competências dos alunos em atividades de Modelagem matemática*. (Dissertação de Mestrado). Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Maass, K. et al. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM*, 1-16.
- Mendes, L. O. R., & Pereira, A. L. (2020). Revisão sistemática na área de Ensino e Educação Matemática: análise do processo e proposição de etapas Systematic review in the area of Mathematical Education and Teaching: analysis of the process and proposal of steps. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 22(3), 196-228.
- Meyer, J. F. C. A., Caldeira, A. D., & Malheiros, A. P. S. (2017). *Modelagem em Educação Matemática* (3a ed., ). Belo Horizonte: Autêntica Editora.
- Moraes, R., & Galiuzzi, M. C. (2016). *Análise Textual Discursiva* (3a ed., 264 p.). Ijuí: Editora Unijuí..
- Neumann, I. et al. (2013). Modeling and assessing mathematical competence over the lifespan. *Journal for educational research online*, 5(2), 80-109.
- Niss, M. (1999). Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse. *Uddannelse*, 9, 21-29.
- Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project (pp. 115-124). In *3rd Mediterranean conference on mathematical education*.

- Niss, M. (2014). Mathematical competencies and PISA (pp. 35-55). In *Assessing mathematical literacy*. Springer, Cham.
- North, M. (2017). In Pursuit of an Orientation for Life-preparation: A Case Study of the Subject Mathematical Literacy in South Africa, *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*.
- OCDE. (1999). Organisation for Economic Cooperation and Development. *Measuring student knowledge and skills: a new framework for assessment*. Paris: OECD.
- OCDE. (2016). *Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros/ OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico*. São Paulo: Fundação Santillana.
- PRISMA. (2015). *Transparent reporting of systematic reviews and meta-analyses*. <http://www.prisma-statement.org/>.
- Rizki, L. M., & Priatna, N. (2019). Mathematical literacy as the 21st century skill. In *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing.
- Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. (2007) Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Rev. bras. fisioter.*, 11(1), 83-89.
- Santos, J. dos, Neves, F. P. de L., & Madruga, Z. E. de F. (2020). Modelagem matemática e o funcionamento do velocímetro. *Revista Intersaberes*, 15(34).
- Santos, A. L. M. dos. (2017). *Modelação matemática como método de ensino para o ENEM*. (Dissertação Mestrado Profissional). Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Arraias.
- Scheller, M. (2017). *Modelagem & Linguagem Científica no Ensino Médio*. (Tese de Doutorado). Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Porto Alegre.
- Selong, L. M. (2013). *Modelação matemática e alfabetização científica da educação básica*. (Dissertação de Mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- Sodré, G. J. M., & Guerra, R. B. (2018). O ciclo investigativo de modelagem matemática – The investigative cycle in mathematical modeling. *Educação Matemática Pesquisa*, 20(3).
- Sostisso, A. F. (2014). *Modelação matemática: competência científica de uma licenciatura em matemática*. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Porto Alegre
- Souza, E. S. R. (2018). *Modelagem matemática gerando ambiente de alfabetização científica: discussões no ensino de física*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Mato Grosso/Universidade Federal do Pará, Belém.