

## MAPEAMENTO DE PESQUISAS EM MODELAGEM MATEMÁTICA NA ESPANHA: RECORTE DE PRODUÇÕES CIENTÍFICAS

RESEARCH MAPPING IN MATHEMATICAL MODELING IN SPAIN: SCIENTIFIC PRODUCTIONS EX-TRACT

MAPEO DE INVESTIGACIÓN ACERCA DE MODELACIÓN MATEMÁTICAS EN LA ESPAÑA: RECORTE DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

**Zulma Elizabete de Freitas Madruga<sup>1</sup>**

Doutora em Educação em Ciências e Matemática – Professora – Universidade Estadual de Santa Cruz –  
betefreitas.m@bol.com.br

**Morgana Scheller<sup>2</sup>**

Doutoranda em Educação em Ciências e Matemática – Professora – Instituto Federal Catarinense – Rio do Sul; Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - morganascheller@yahoo.com.br

**Jose María Chamoso**

Doutor em Didática da Matemática - Professor – Universidad de Salamanca - jchamoso@usal.es

**Adriana Breda**

Doutora em Educação em Ciências e Matemática – Professora – Universidad de Los Lagos – adriana.breda@ulagos.cl

### Resumo

Este artigo apresenta resultados de pesquisa que objetiva compreender como a Modelagem Matemática (MM) apresenta-se nos estudos que discutem esta temática na Espanha. Como abordagem metodológica utilizou-se os procedimentos do Mapeamento na Pesquisa Educacional. Os dados foram constituídos a partir da seleção de oito artigos de pesquisadores espanhóis, publicados no idioma espanhol em periódicos no território da Espanha e/ou exterior. Para a análise estabeleceu-se previamente cinco categorias: (a) aportes teóricos de MM; (b) contexto da pesquisa; (c) problemas investigados/interesse da pesquisa; (d) metodolo-

1 Bolsista CAPES Nº do Processo: BEX 6415/15-6

2 Bolsista CAPES Nº do Processo: BEX 7056-15-0

aproximações teóricas e metodológicas entre os trabalhos analisados e evidencia que o foco das pesquisas é centrado nas reflexões, percepções e principalmente ações de estudantes e professores durante o processo de MM.

**Palavras Chaves:** Modelagem Matemática. Mapeamento. Concepções de Modelagem.

#### Abstract

The following paper displays research results that aims to understand how mathematical modeling (MM) is presented in the studies that discuss such topic in Spain. As a methodological approach, the author used the Mapping procedures in Educational Research. The data were gathered from eight papers written by Spanish researchers. They were published in periodicals, in Spanish, in Spain and/or abroad. There were five categories previously established for the analysis: (a) MM theoretical studies; (B) the research context; (C) investigated problems / research interest; (D) methodology; (E) main results and contributions to evolve the specific theme. The study identified theoretical and methodological approaches among the analyzed studies and shows that the core of the research is focused on students and teachers' thoughts, perceptions and actions during the MM process.

**Keywords:** Mathematical Modeling. Mapping. Modeling Conceptions.

#### Resumen

Este artículo presenta los resultados de investigación que intenta comprender cómo la Modelación Matemáticas (MM) se presentan en los estudios que tratan sobre este tema en España. Como un enfoque metodológico se utilizaron los procedimientos de mapeo en la investigación educativa. Los datos se registraron a partir de la selección de los ocho artículos de investigadores españoles, publicado en las revistas en lengua española en el territorio de España y/o en el extranjero. Para el análisis previamente establecido cinco categorías: (a) los estudios teóricos de MM; (B) el contexto de la investigación; (C) investigó problemas / interés en la investigación; (D) la metodología; (E) los principales resultados y las contribuciones al tema de los avances en el área. Los enfoques teóricos y metodológicos estudio identificó entre los estudios analizados y muestra que el foco de la investigación se centra en los pensamientos, percepciones y acciones, principalmente de estudiantes y profesores durante el proceso de MM.

**Palabras clave:** modelos matemáticos. Mapeo. Concepciones de modelado.

## INTRODUÇÃO

As pesquisas sobre Modelagem no Brasil apontam resultados favoráveis para o ensino e aprendizagem de Matemática. Acredita-se que a Modelagem Matemática (MM)<sup>3</sup> possa proporcionar um caminho para a (re)construção de conhecimentos, bem como ser uma maneira diferenciada de abordar conteúdos matemáticos por meio da pesquisa, possibilitando aos estudantes uma melhor compreensão e a aplicação da Matemática em suas realidades. Ainda se destaca que a MM, como já confirmada por Biembengut (2007), utiliza-se da pesquisa e é uma atividade científica e pedagógica que favorece a prática interdisciplinar. Constitui-se, portanto numa prática pedagógica que visa romper com as tradicionais. Outro aspecto bastante evidente refere-se à postura de extrapolar apenas a apreensão do conteúdo, tendo a MM a função também de formação crítica do sujeito para entender e colaborar na formação de uma sociedade mais democrática e justa.

A MM permite aos discentes e/ou docentes, construir seus próprios objetos de estudo, pela observação da realidade, de situações empíricas e da busca de um modelo matemático para a sua representação, fazendo uma codificação e utilizando símbolos matemáticos, que permitirão a construção de uma linguagem que permita entender, explicar e modificar os fenômenos observados. O fato da MM possuir o entrelaçamento entre as observações empíricas, uma teoria que busque saberes que formulem situações-problema, a explicação de testes e a validação das hipóteses levantadas nas observações do mundo real, fazem dela um método que auxilia, por meio da linguagem Matemática, diversas áreas de pesquisa e campos ou áreas do conhecimento científico.

Dessa forma, este artigo objetiva compreender como as pesquisas de MM estão sendo apresentadas, trabalhadas e discutidas por pesquisadores na Espanha. A motivação para tal pesquisa resulta do fato das autoras terem realizado estágio doutoral na Universidade de Salamanca, e assim, houve o interesse em uma busca por compreender de que maneira a MM é tratada na Espanha.

## PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA

---

<sup>3</sup> Neste artigo será utilizado MM quando referir-se à Modelagem Matemática, para desta forma, evitar repetições.

A pesquisa de abordagem qualitativa interpertrativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994; ALVES-MAZOTTI, 1998) tem como objetivo compreender como os estudos de MM apresentam-se em pesquisas que discutem esta temática na Espanha. Para tal, utilizaram-se os princípios do Mapeamento na Pesquisa Educacional, na perspectiva de Biembengut (2008).

Por não dispor de revistas de acesso restrito, buscaram-se produções de 2006 a 2015, de divulgação e pesquisa em repositórios de acesso livre: (1) 'google acadêmico'; (2) Atas do SEIEM (Simposio de la Sociedad Española de Investigación em Educación Matemática); (3) Revistas de acesso livre: SUMA (Revista para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas), Avances de Investigación em Educación Matemática, Revista de Educación e Enseñanza de las Ciencias – Revista de Investigación y experiencias didacticas.

O 'google acadêmico' foi escolhido por ser um site de divulgação de literaturas científico-acadêmica gerais, permitindo busca de materiais relevantes e de maneira simples. A busca inicial feita nas primeiras 25 páginas (250 artigos) foi por artigos que contivessem as palavras 'modelización matemática' + educación + España, sendo estes publicados em revistas e/ou eventos. Realizou-se busca em artigos nos quais estas palavras aparecessem no título, resumo, palavra-chave ou até mesmo no corpo do artigo.

As atas do SEIEM também se constituíram fontes importantes, escolhidas por conterem resultados de pesquisas, promovidas pela Sociedade Espanhola de Investigación em Educação Matemática. A busca foi feita pela expressão 'modelización matemática' em todo o corpo do artigo. Já as demais revistas foram escolhidas por constituírem-se relevantes espaços de divulgação de pesquisas espanholas. Nelas a busca constituiu-se por duas palavras-chaves: 'modelización' e 'modelización matemática', em todo o corpo do artigo. Inicialmente encontraram-se artigos conforme a Tabela 1:

Tabela1 – Quantitativo de produções recentes (2006-2010) identificadas na busca inicial.

Fonte	Número de Produções
Google Acadêmico	567
Actas do SEIEM	18
Revista Avances	7
Enseñanza de LasCiencias	13
Revista de Educación	2
Revista SUMA	4
Total	611

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

Para seleção dos artigos constituintes do corpus de análise desta pesquisa, consideraram-se apenas artigos de investigações de autores espanhóis, publicados no idioma espanhol. Com base na leitura do resumo e leitura flutuante do artigo, excluíram-se aqueles que não tratavam de MM na Educação (na perspectiva de matemática aplicada, artigos de divulgação, bem como artigos que continham as palavras “modelación” e/ou “modelización”, mas não como foco do artigo). Foram excluídos ainda os que se configuravam como relato de experiências, que eram a maior parte dos artigos selecionados no primeiro momento.

Desta primeira filtragem restaram 14 artigos, que ainda foram selecionados novamente após leitura dos mesmos, restando oito produções para análise neste artigo. Os seis artigos excluídos tratavam de MM, mas não tinha o ensino como foco.

Posteriormente à seleção e estudo dos artigos, realizou-se a análise do material de acordo com os procedimentos do Mapeamento – Mapa de Análise (BIEMBENGUT, 2008), que consiste em organizar os dados coletados e avaliá-los de acordo com os critérios estabelecidos a priori. Para compreender como as concepções de MM apresentam-se nos artigos selecionados e as contribuições dessas pesquisas para a área, estabeleceram-se para análise cinco categorias para estudo, definidas previamente: (a) aportes teóricos de MM; (b) contexto da pesquisa; (c) problemas investigados/interesse da pesquisa; (d) metodologia; (e) principais resultados e contribuições para o avanço do tema na área. Os principais pontos emergentes desta análise estão descritos a seguir.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base neste processo, oito artigos constituem efetivamente o mapeamento de MM na Educação, na Espanha, na última década. O Mapa 1 apresenta os artigos selecionados para este estudo.

Mapa 1 - Mapa das produções sobre MM divulgadas na forma de artigo na Espanha nos últimos anos.

A1	BARQUERO, Berta. BOSCH, Marianna. Incidencia del <<aplicacionismo>> en la integración de la modelización matemática en la enseñanza universitaria de las ciencias experimentales. In: <i>Enseñanza de las Ciencias</i> . 32 (1): 83-100, 2014.
A2	SOLAR, Horacio. DEULOFEU, Jordi. AZCÁRATE, Carmem. Competencia de modelización en interpretación de gráficas funcionales. In: <i>Enseñanza de las Ciencias</i> . 33 (2): 191-210, 2015.
A3	HIGUERAS, Luisa R. GARCÍA, Francisco J. G. Análisis de praxeologías didácticas en la gestión de procesos de Modelización Matemática en la Escuela Infantil. In: <i>Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa</i> . 14 (1): 41-70, 2011.
A4	ALBARRACÍN, Luís. GORGORIÓ, Núria. Problemas de estimación de grandes cantidades: modelización e influencia del contexto. In: <i>Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa</i> . 16 (3): 289-315, 2013.
A5	BARQUERO, B. BOSCH, M. GASCÓN, J. Génesis y desarrollo de un problema didáctico: el papel de la modelización matemática en la enseñanza universitária de las CCEE. In: MORENO, Maria M, ESTRADA, Assumpta, CARRILLO, José, SIERRA, Tomás A. <i>Investigación en Educación Matemática XIV</i> , p. 235-244, 2010.
A6	GALLART, César. FERRANDO, Irene. GARCÍA-RAFFI, Lluís M. Implementación de tareas de modelización abiertas en el aula de secundaria, análisis previo. In: ASTUDILLO, Mª Teresa G. VALCARCE, Myriam C. VERA, David A. RINCÓN, Tomás O. <i>Investigación en Educación Matemática XVIII</i> , p. 327-336, 2014.
A7	GALLART, C. FERRANDO, I. GARCÍA-RAFFI, L. M. ALBARRACÍN, L. GORGORIÓ, N. Una herramienta para la caracterización de modelos producidos en la resolución de problemas de FERMI. In: VERDU, Ceneida F. GONZÁLEZ, Marta M. RAIG, Nuria P. <i>Investigación en Educación Matemática XIX</i> , p. 269-278, 2015.
A8	ORTEGA, M. PUIG, L. El aprendizaje de la función cuadrática con tabletas a través del proceso de modelización. In: VERDU, Ceneida F. GONZÁLEZ, Marta M. RAIG, Nuria P. <i>Investigación en Educación Matemática XIX</i> , p. 451-458, 2015.

Fonte: Os Autores (2016)

Para analisar e tecer considerações sobre as produções descritas elaborou-se uma síntese de cada artigo selecionado, para cada categoria definida a priori, buscando traçar algumas confluências existentes entre eles, ou seja, classificá-los de acordo com as categorias supracitadas. Nesta etapa da pesquisa congregam-se os resultados obtidos em cada artigo com a produção teórica pertinente com cada uma das categorias. A saber:

#### APORTES TEÓRICOS DE MM

Os aportes teóricos analisados apontaram para uma tendência utilizada na Espanha: a resolução de problemas. Um dos artigos, A4, foi o único a não possuir uma base teórica acerca de MM, somente em resolução de problemas.

Em A4, os autores trazem uma base sólida de resolução de problemas, e há uma defesa no que diz respeito à introdução dos problemas com enunciados literais e contextos reais. O intuito é cercar a realidade nas aulas de Matemática e criar oportunidades para praticar diferentes aspectos de resolução de problemas, mas sem os inconvenientes do contato direto com a situação do mundo real. Nestes dois artigos supracitados não há

fundamentação no que se refere à MM, embora os artigos tratem desta temática.

Os demais artigos apresentam uma fundamentação consistente de MM. De um modo geral, os artigos analisados apresentam a ideia de modelagem como um processo, conjunto de fases que resultam no modelo matemático, enfatizando, em sua maioria, o viés cíclico da modelagem como um todo. A maioria dos artigos apresenta autores que conceituam a modelagem como um processo cíclico, onde se estabelecem vínculos entre o mundo “real” e o mundo “matemático”.

### CONTEXTO DA PESQUISA

Os artigos analisados nesta pesquisa são trabalhos de pesquisa. Percebeu-se que os contextos variam desde a educação infantil até a graduação e bacharelado. Apenas no ensino fundamental (anos iniciais), que corresponde ao ensino primário na Espanha, não se encontrou nenhuma pesquisa sobre MM.

O artigo A3 é o único que se refere ao âmbito da educação infantil, que compreende crianças de três a seis anos. Os artigos A2, A4, A6 e A7 trazem a MM para o ensino secundário obrigatório, que corresponde aos anos finais do ensino fundamental e ensino médio no Brasil. Os artigos A1, A5 e A8 se referem à cursos de graduação. O Mapa 3, a seguir, mostra os contextos de pesquisa dos artigos ora analisados, bem como o ano de aplicação das experiências relatadas e/ou pesquisas realizadas.

Mapa 3 - Mapa dos contextos de pesquisa dos artigos analisados.

A1	Cursos Universitários de Matemática para Ciências Experimentais (CCEE): Geologia, Biologia, Química e Ciências Ambientais.
A2	Ensino Secundário Obrigatório: oitavo básico (13-14 anos)
A3	Educação Infantil (3 a 6 anos).
A4	Ensino Secundário Obrigatório (12-16 anos).
A5	Curso Universitário: primeiro Curso de Matemática de Engenharia Técnica Industrial
A6	Ensino Secundário Obrigatório: terceiro de educação secundária (14-15 anos).
A7	Ensino Secundário Obrigatório: quarto de educação secundária (16 anos).
A8	Curso Universitário: primeiro semestre de bacharelado.

Fonte: Os Autores (2016)

### PROBLEMAS INVESTIGADOS/INTERESSE DA PESQUISA

O objetivo da maioria dos artigos era investigar alguma experiência de MM nos ní-

veis de ensino secundário e superior, verificando sua aplicabilidade. O artigo A1 procura estudar as restrições institucionais que afetam a integração generalizada das práticas de MM. O artigo A2 aplica o Modelo de Competência Matemática (MCM) para estudar a competência de modelagem que se caracteriza por: tarefas matemáticas e processos e fases de modelagem. As relações entre estes componentes determinam os níveis de complexidade cognitiva de uma atividade matemática. Dessa forma, o propósito geral do artigo A2 é estudar a modelagem como uma competência matemática.

O artigo A3 consiste em um trabalho de pesquisa com objetivo de descrever e analisar as praxeologias matemático-didáticas que surgem na realização de tarefas de MM, em um sistema dinâmico de variáveis, onde participam uma professora e um grupo de alunos da educação infantil. Já no artigo A4, os autores buscam introduzir problemas de estimativa de grandes quantidades, propondo-se a estudar a presença de processos de MM e sua influência do contexto nas propostas de resolução dos alunos.

O artigo A5 apresenta a pesquisa nos primeiros anos de cursos universitários de Ciências Experimentais, analisando os conteúdos matemáticos básicos, que, uma vez ensinados, podem tornar-se ferramentas de modelagem de situações científicas. O artigo A6 tem por objetivo reconstruir dados recolhidos na experiência, no processo de resolução de uma tarefa de MM com base no ciclo de modelagem, analisando de maneira global as consequências de introduzir o ensino de modelagem por meio de resolução de tarefas abertas e seu efeito no desenvolvimento de competências necessárias para resolver problemas reais.

No artigo A7 os autores aplicam uma sequência de problemas de estimação de grandes quantidades, consideradas atividades que promovem a MM, com o intuito de fazer com que estas ferramentas permitam caracterizar qualitativamente os aspectos essenciais que os definem e que possam proporcionar uma ideia objetiva de complexidade com que representam as situações estudadas. No artigo A8 foi feita uma análise da implementação de um modelo de ensino e aprendizagem desenhado para trabalhar função quadrática com tablets, por meio de MM. No Mapa 4 estão descritos de forma sintetizada os problemas investigados em cada um dos artigos analisados.



A1	Que tipo de condições se requerem e que restrições dificultam ou impedem uma integração generalizada da modelagem matemática nas práticas educativas? Em que nível aparece estas restrições e em que nível deveria situar para poder considerá-las como condições modificáveis?
A2	De que maneira se relacionam as tarefas, os processos e a complexidade no desenvolvimento da competência de modelagem?
A3	Com quais elementos se podem descrever as praxeologias didáticas? E em particular, com que elementos podem descrever as práticas didáticas?
A4	Estudo da presença de processos de MM e a influência do contexto desses problemas nas propostas de resolução de alunos da Educação Secundária.
A5	Como conseguir que a matemática seja ensinada como uma ferramenta de modelagem de situações e feitos científicos, de tal forma que o ensino globalmente considerado não se organize em função dos conteúdos matemáticos, e sim dos problemas ou projetos que os estudantes devem realizar?
A6	O trabalho em tarefas de modelagem contribui para a melhora da alfabetização matemática em sentido do projeto PISA?
A7	Analisar modelos matemáticos produzidos por alunos durante sequência de problemas de estimação de grandes quantidades, utilizando proposta de ferramenta de caracterização de modelos. E ainda, identificar os elementos diferenciadores dos modelos produzidos entre alunos com experiência previa em atividades de modelagem e os que não têm.
A8	Analisar quais fases do ciclo de modelagem influenciam a análise qualitativa realizada e os conhecimentos prévios dos estudantes. E ainda, realizar uma exploração das atuações dos estudantes quando trabalham com modelo de ensino com tais características.

Fonte: Os Autores (2016)

A análise das questões norteadoras das pesquisas permitiu perceber a preocupação dos autores com a resolução de problemas, tendo na MM uma ferramenta, principalmente no ensino secundário e superior. Também foi possível perceber a estreita relação com a resolução de problemas presentes nos artigos analisados, bem como os recursos tecnológicos utilizados como ferramentas nos processos de resolução dos problemas propostos.

## METODOLOGIA

Foi possível perceber que quase todos os trabalhos analisados são de abordagem qualitativa, descrevendo em sua maioria uma descrição do processo envolvido com experiência de MM. No artigo A1, os autores desenvolveram uma dupla metodologia, por um lado foi utilizada uma observação naturalista (sem intervenção), e por outro, uma intervenção participativa. No artigo A2 foi utilizada uma unidade didática analisada com caráter descritivo por meio do instrumento Matriz de Competência, que permitiu caracterizar cada atividade, a partir da identificação das tarefas matemáticas e seus níveis de complexidade

de acordo com a competência de modelagem.

No artigo A3 utilizam-se modelos teóricos e analisa-se o caso de uma professora da Educação Infantil, pondo à prova e mostrando a pertinência na análise das praxeologias didáticas. Para tanto, os autores selecionaram alguns episódios e analisaram tal praxeologia didática posta em prática pela professora. Já no artigo A4 os dados coletados indicaram algumas categorias de análise nas quais se identificam os processos de MM. Os autores discutem também possibilidades de utilização da MM como ferramenta didática. No artigo A5, a entrevista foi o instrumento utilizado para a coleta de dados. No artigo A6 os autores analisaram os resultados de um teste prévio à realização da atividade e um posterior à mesma, para determinar se a implementação de tarefas de MM modifica a alfabetização matemática.

O artigo A7 se embasa nos dados recolhidos em dois centros diferentes relacionados com a resolução de uma sequência de Problemas de Estimação de Grandes Quantidades. Já o artigo A8 trata de um experimento realizado em três sessões das quais duas se dedicaram a implementação de modelo de ensino e uma à realização de entrevistas.

#### PRINCIPAIS RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES PARA O AVANÇO DO TEMA NA ÁREA

A maioria dos artigos analisados consideram a MM como ferramenta de resolução de problemas. No artigo A1, os autores concluem que as modificações provocadas com os experimentos, mostraram como o sistema de ensino “resiste” fortemente as mudanças introduzidas, o que resulta em restrições transpositivas que limitam e impedem uma evolução normal das práticas de MM. Segundo os autores, para que se possa realizar atividades de MM é necessário romper com a rigidez da estrutura clássica de “classe de teoria-classe de problemas-exames” e fazer com que os estudantes sejam autônomos e responsáveis. O professor deve passar a assumir um novo papel e optar por atuar como diretor do processo de estudo, potencializando a autonomia progressiva dos estudantes, em lugar de optar por uma instrução de caráter autoritário.

Os autores do artigo A2 concluem que durante a implementação da unidade didática, foi possível observar que um dos processos mais frequentes é a interpretação do mo-

delo, que por sua vez é uma tarefa matemática que se apresenta em várias atividades da unidade didática, reiterando dessa forma a importância do caráter interpretativo. Alguns componentes do modelo de competência matemática (MCM) podem ser determinantes a partir do desenvolvimento das atividades em sala de aula. Os processos matemáticos são fundamentais e variáveis, emergindo da interação entre estudantes e professor durante a aula.

O artigo A3 procurou descrever as ações para gerir um processo de MM em sala de aula, identificando técnicas didáticas específicas. Mostra como os processos de modelagem podem ser utilizados com alunos da Educação Infantil, para construir as primeiras habilidades numéricas. Mostra ainda, que os processos de MM, desde os primeiros níveis de escolarização, podem ser construídos como um processo de integração e de expansão de praxeologias cada vez mais complexos. Os autores consideram que o quadro teórico apresentado no artigo abre uma nova e promissora dimensão no estudo e identificação de métodos eficazes para o ensino de matemática.

Os autores do artigo A4 deduziram, a partir dos dados coletados, que o contexto pode influenciar nas propostas de resolução que os alunos fazem. Concluíram que os tipos de problemas apresentados no artigo podem ser utilizados para introduzir MM nas aulas. A partir de uma análise qualitativa, os autores obtiveram três categorias: 1) resposta orientada à pergunta, 2) estratégias e 3) êxito na resolução. Por meio da análise, os autores estudaram a existência de relações entre as estratégias propostas pelos alunos e os contextos sugeridos nas situações dos enunciados dos problemas, assim como a modelação das situações dadas. De acordo com os resultados, foi possível os autores observarem de que forma o contexto dos enunciados dos problemas influencia as propostas de resolução dos alunos.

Os autores do artigo A5 afirmam que a resposta que prevalece na cultura universitária científica pode ser caracterizada como aplicacionista, quando estabelece uma separação rígida entre matemática e as demais ciências, de tal forma que a matemática “se aplica” às ciências, sem “contaminar-se” por ela. Nesta investigação os autores mostram também que o modelo docente predominante no ensino universitário está intimamente ligado à pedagogia “monumentalista”, e que há necessidade de introdução de novos dispositivos didáticos.

No artigo A6 os autores constatam que ao resolver as tarefas propostas, os estudantes transitam por todas as fases do ciclo de modelagem. Os autores observaram também, por meio da análise com as ferramentas de investigação, que, a transição de algumas destas fases obtive resultados mais difíceis que outras. Por isso, ficou evidenciada a importância da fase de validação, pois é neste momento que o estudante tem a oportunidade de revisar a validade de sua solução, se procede, e se é necessário reiniciar um novo ciclo para melhorar ou generalizar a solução obtida. Os resultados obtidos nos testes sugerem que o trabalho em tarefas de MM propicia em melhora na alfabetização matemática. Deste modo os autores concluem que uma metodologia baseada na resolução de tarefas de MM pode também melhorar o desenvolvimento de competências a longo prazo, o que abre uma via de trabalho futuro.

Os resultados do artigo A7 mostram que a ferramenta proposta permite distinguir aspectos diferenciadores entre os modelos produzidos por estudantes sem experiência de MM e os produzidos por estudantes com experiência prévia. Os autores observaram que a resolução de problemas exige dos estudantes a elaboração de modelos que contêm um alto nível de detalhes, consideram ainda que a ferramenta apresentada durante a investigação pode ser útil em outros tipos de atividade de MM e que podem estabelecer um ponto de partida para elaborar pautas de avaliação de modelos matemáticos produzidos por estudantes ou ainda, estabelecer uma pauta para a preparação de uma fase de antecipação da atividade por parte dos professores. Foram detectadas diferenças que mostram que os estudantes com experiências de MM tendem a elaborar modelos baseados em conceitos mais complexos, utilizando processos de medidas mais rigorosos e linguagem matematicamente mais elaborada como as representações algébricas que permitem a generalização dos modelos.

No artigo A8 foi implementado um modelo de ensino para trabalhar a função quadrática por meio de MM e uso de dados reais obtidos e processados com aplicações para *tablets*. Os autores constataram que os conhecimentos prévios são cruciais ao longo de todo o processo de modelagem. São chaves para que o estudante consiga eleger a função a ser utilizada como modelo e a interpretação da mesma em termos do fenômeno. Foi observada também uma tendência a considerar que a altura não pode tomar valores negativos quando se trabalha a cima do nível do solo, provavelmente como consequência

de que habitualmente se considere este como referência. Por isso, os autores consideram conveniente trabalhar com um maior número de situações em sala de aula que se possa dar conta destes aspectos.

Nos resultados dos artigos analisados, percebeu-se que ainda há muitas dificuldades, tanto por parte dos estudantes como por parte dos professores, em resolver questões relacionadas às atividades de MM. Embora relatem a MM como uma ferramenta na qual se propicia o desenvolvimento da criatividade nos estudantes, ainda há poucos professores que se ‘arriscam’ em utilizá-la em sala de aula. Nos artigos analisados ficou evidente as dificuldades encontradas nas situações de MM.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa teve como objetivo compreender como as concepções de MM são evidenciadas em pesquisas atuais, que discutem esta temática na Espanha. Para tal, sob a ótica do Mapeamento na Pesquisa Educacional, foram selecionados e estudados oito artigos publicados em periódicos e/ou eventos, os quais tratam da MM na Espanha sob o enfoque da Educação.

Percebeu-se que as pesquisas apresentam, em sua maioria, experimentos práticos de MM relacionada como ferramenta para resolução de problemas. De um modo geral, os autores aplicam situação de MM e analisam o processo, muitas vezes detectando possíveis problemas e dificuldades. Percebeu-se ainda, que não há um número expressivo de publicações que se utilizam da MM no ensino, há muitas pesquisas no âmbito da matemática aplicada, mas que, para o ensino, a MM é considerada como uma ferramenta que “quebra” com o ensino tradicional, ainda longe de ser utilizada pela maioria dos professores.

O estudo realizado permite destacar que as pesquisas têm como interesse as reflexões e ações de estudantes do Ensino Superior e da Educação Básica e professores, no que tange ao processo de MM no ensino, e se desenvolvem em diferentes contextos. Não foi observada nenhuma pesquisa que se refira ao ensino primário na Espanha, ou seja, anos iniciais da Educação Básica no Brasil.

Os estudos cujos sujeitos são os estudantes, promove a interação dos mesmos com o processo de modelar e eles analisam este movimento sob diferentes aspectos, enfocan-

do principalmente os resultados dos problemas obtidos e as dificuldades encontradas durante o processo.

Em relação às perspectivas de continuidade das pesquisas, percebeu-se ainda certa dificuldade em aplicação das propostas na Educação Básica principalmente, devido ao fato da maioria dos artigos focarem nas dificuldades tanto dos estudantes, como dos professores, o que se apresenta como empecilho para utilização da MM em sala de aula. Dessa forma, faz-se necessário investir em estudos que possibilitem compreender como é possível incorporar e manter a MM nos sistemas escolares da Espanha, assim como nos sistemas do Brasil.

## REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas Ciências Sociais. In: GEWANDSNAJDER, F. **O método nas Ciências Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998. cap. 4. p. 145-152.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática & Implicações no Ensino e na Aprendizagem de Matemática**. 2ª Ed. Blumenau: Edifurb, 2007.

\_\_\_\_\_. **Mapeamento na Pesquisa Educacional**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Lisboa: Porto Editora, 1994.