

MODELAGEM MATEMÁTICA INTERATIVA NA FORMAÇÃO DE COMPETÊNCIA EM CURSOS DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA: UM ESTADO DA ARTE

INTERACTIVE MATHEMATICAL MODELING IN COMPETENCE FORMATION IN GRADUATE COURSES IN MATHEMATICS: A STATE OF THE ART

MODELADO MATEMÁTICO INTERACTIVO EN LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS EN CURSOS DE POSGRADO EN MATEMÁTICAS: UN ESTADO DEL ARTE

Edilacy da Silva Sampaio*  

Yuri Expósito Nicot**  

RESUMO

Nos últimos anos, existe uma rápida evolução na forma como as tecnologias digitais influenciam o ambiente educacional. As tecnologias trouxeram consigo abordagens inovadoras que têm o potencial de melhorar a qualidade de ensino e aprendizagem. A Modelagem Matemática Interativa é o conceito dado para a interação da modelagem matemática e as tecnologias digitais. É uma estratégia de ensino inovador que pode auxiliar o ensino de matemática e contribuir para a formação de competências. Esse artigo tem como objetivo identificar as competências desenvolvidas na interação entre modelagem matemática e as tecnologias digitais em Cursos de Licenciatura em Matemática. Essa pesquisa trata-se de uma revisão sistemática de literatura, do estado da arte. As publicações analisadas foram da base de dados da Scielo no período de 2019 a 2023, conforme os critérios estabelecidos por Randolph. A busca pelos trabalhos foi efetuada com as palavras-chaves: “Modelagem matemática com as tecnologias digitais no ensino da matemática”, “Modelagem Matemática interativa”, e “Modelagem Matemática no ensino da matemática”. A análise identificou que dois artigos apresentam a interação entre modelagem matemática e tecnologias digitais. Os trabalhos identificados foram “Modelagem matemática em problemas da OBMEP: a visualização geométrica com aporte do software GeoGebra” e “Potencialidades e Desafios do Ensino de Matemática Online: exemplo de uma experiência com estudantes de Engenharia do Ensino Politécnico em Portugal. As competências desenvolvidas apresentados pelos artigos foram dedução lógica, raciocínio geométrico e capacidade de resolver problemas. As pesquisas evidenciam um melhor engajamentos por partes dos alunos.

Palavra chaves: Modelagem Matemática. Tecnologias Digitais. Licenciatura em Matemática.

* Licenciada em Matemática e atualmente doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPG-ECIM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Cícero Correia de Melo Filho, 1079, Caranã, Boa Vista, Roraima, Brasil, CEP: 69313-592. E-mail: edilacy.sampaio@ifrr.edu.br

** Doutor em Educação, Professor credenciado na Rede Amazônica de Ensino de Ciências e Matemática (REAMEC) e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPG-ECIM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Manaus, Amazonas Brasil. Endereço para correspondência: Rua Buritirama, 479, conjunto Ajuricaba, Alvorada, Manaus, Amazonas, Brasil, CEP:69048-490. E-mail: yexposito@yahoo.es.

ABSTRACT

In recent years, there has been a rapid evolution in the way digital technologies influence the educational environment. Technologies have brought with them innovative approaches that have the potential to improve the quality of teaching and learning. Interactive Mathematical Modeling is the concept given for the interaction of mathematical modeling and digital technologies. It is an innovative teaching strategy that can help teach mathematics and contribute to the development of skills. This article aims to identify the skills developed in the interaction between mathematical modeling and digital technologies in Mathematics Degree Courses. This research is a systematic literature review, of the state of the art. The publications analyzed were from the Scielo database from 2019 to 2023, according to the criteria established by Randolph. The search for works was carried out using the keywords: “Mathematical modeling with digital technologies in mathematics teaching”, “Interactive mathematical modeling”, and “Mathematical modeling in mathematics teaching”. The analysis identified that two articles present the interaction between mathematical modeling and digital technologies. The works identified were “Mathematical modeling in OBMEP problems: geometric visualization with support from the GeoGebra software” and “Potentialities and Challenges of Online Mathematics Teaching: example of an experience with Engineering students in Polytechnic Education in Portugal. The developed skills presented by the articles were logical deduction, geometric reasoning and the ability to solve problems. Research shows better engagement on the part of students.

Keywords: Mathematical Modeling. Digital Technologies. Degree in Mathematics. Grado en Matemáticas,

RESUMEN

En los últimos años, ha habido una rápida evolución en la forma en que las tecnologías digitales influyen en el entorno educativo. Las tecnologías han traído consigo enfoques innovadores que tienen el potencial de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. El modelado matemático interactivo es el concepto dado para la interacción del modelado matemático y las tecnologías digitales. Es una estrategia didáctica innovadora que puede ayudar a enseñar matemáticas y contribuir al desarrollo de habilidades. Este artículo tiene como objetivo identificar las habilidades desarrolladas en la interacción entre la modelación matemática y las tecnologías digitales en las carreras de Grado en Matemáticas. Esta investigación es una revisión sistemática de la literatura, del estado del arte. Las publicaciones analizadas fueron de la base de datos Scielo de 2019 a 2023, según los criterios establecidos por Randolph. La búsqueda de trabajos se realizó utilizando las palabras clave: “Modelado matemático con tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas”, “Modelado matemático interactivo” y “Modelado matemático en la enseñanza de las matemáticas”. El análisis identificó que dos artículos presentan la interacción entre modelación matemática y tecnologías digitales. Los trabajos identificados fueron “Modelado matemático en problemas OBMEP: visualización geométrica con apoyo del software GeoGebra” y “Potencialidades y desafíos de la enseñanza de matemáticas en línea: ejemplo de una experiencia con estudiantes de Ingeniería en la Educación Politécnica en Portugal. Las habilidades desarrolladas que presentaron los artículos fueron la deducción lógica, el razonamiento geométrico y la capacidad de resolución de problemas. Las investigaciones muestran un mejor compromiso por parte de los estudiantes.

Palabras clave: Modelización Matemática. Tecnologías Digitales.

1 INTRODUÇÃO

No contexto educativo atual, os cursos de licenciatura enfrentam dificuldades para manter os futuros professores em formação na sala de aula, especialmente nos cursos de matemática. Essa evasão ocorre por diversos fatores: um deles é a falta de capacitação por partes dos professores para utilizar estratégias diferenciadas no ensino superior, essenciais para a formação de competências e habilidades dos acadêmicos. Cury (2004) afirma que o desafio dos professores é desenvolver habilidades necessárias para compensar as dificuldades que os alunos apresentam e, ao mesmo tempo, tentar despertar neles a vontade de descobrir as respostas às suas dúvidas.

Ao longo do tempo, diversas estratégias, como a modelagem matemática, a resolução de problemas e o uso de tecnologias digitais, foram desenvolvidas para aprimorar o ensino da matemática. Essas abordagens também mostram resultados na melhoria da formação dos futuros professores de matemática.

Com o avanço das tecnologias digitais (TD), os cursos de licenciatura em matemática vivencia-se um novo paradigma: como despertar o interesse dos futuros professores? Como usar as tecnologias digitais para melhorar o ensino da matemática? Em um mundo cada vez mais tecnológico, é fundamental que a educação acompanhe essas mudanças e adote novas práticas que preparem os alunos para os desafios do futuro. Santos e Nicot (2020), afirmam que os tempos são outros, as gerações recentes pensam e reagem de maneiras distintas das gerações passadas.

A modelagem matemática é uma estratégia metodológica que viabiliza a utilização de ferramentas matemáticas para resolver diferentes situações no contextos escolar. Bassanezi (2002), destaca que a modelagem matemática é uma estratégia de ensino porque desenvolve a criatividade matemática, formula hipóteses e prepara os alunos para a vida real.

A Modelagem Matemática Interativa (MMI) é o termo utilizado para descrever a interação entre a modelagem matemática e as tecnologias digitais. Esse termo foi criado pelos autores, uma vez que este artigo é recorte de uma dissertação em fase de conclusão de um programa de doutorado. Por isso, existem poucas publicações com essa nomenclatura de Modelagem Matemática Interativa (MMI).

A MMI é um procedimento metodológico que pode desenvolver competências no processo de ensino contemporâneo. Essas competências incluem habilidades como a autonomia, a criatividade, a solidariedade, a colaboração, a investigação em forma de pesquisa, inovação, a capacidade de resolver problemas. A MMI pode ser aplicada em todos os níveis de ensino.

A relevância desta pesquisa justifica-se em contribuir para o processo do ensino e aprendizagem no ensino da matemática, ao identificar aspectos que promovam o desenvolvimento de competências por meio da Modelagem Matemática Interativa em curso de Licenciatura em Matemática. Outro aspecto importante dessa pesquisa é que os futuros professores possam empregar metodologias diversificadas em suas práticas pedagógicas. E, por fim, contribuir para o conhecimento científico no ensino superior.

Esse artigo tem como objetivo identificar as competências desenvolvidas na interação entre modelagem matemática e as tecnologias digitais em Cursos de Licenciatura em Matemática. Essa pesquisa trata-se de uma revisão sistemática de literatura, do estado da arte. As publicações analisadas foram da base de dados da Scielo no período de 2019 a 2023.

A escolha da Scielo justifica-se pela sua acessibilidade e organização, facilitando a busca sistemática de publicações dentro escolhido e abrange diversas áreas do conhecimento, incluindo a Educação e a Matemática. As coletas e análises foram de acordo com os critérios estabelecidos por Randolph (2009). A busca pelos trabalhos foi efetuada com as palavras-chaves: “Modelagem matemática com as tecnologias digitais no ensino da matemática”, “Modelagem Matemática interativa”, e “Modelagem Matemática no ensino da matemática”.

Para atender ao objetivo desta pesquisa, apenas dois artigos desenvolvidos para as análises realizadas. Os trabalhos identificados foram: “Modelagem matemática em problemas da OBMEP: a visualização geométrica com aporte do software GeoGebra” (Sousa, Santiago e Alves, 2022) e “Potencialidades e Desafios do Ensino de Matemática Online: exemplo de uma experiência com estudantes de Engenharia do Ensino Politécnico em Portugal” (Paulo e Lucas, 2022).

A seguir serão explanados o referencial teórico, a metodologia, as análises e discussões e por último as considerações finais.

2 REFERECIAL TEÓRICO

2.1 Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem

A modelagem matemática é uma estratégia de ensino que deve contribuir para o ensino da matemática. Menezes (2024), destaca que a “modelagem matemática é uma abordagem pedagógica que tem ganhado destaque no ensino da matemática, proporcionado aos alunos a oportunidade de aplicar os conceitos matemáticos na vida real”. Biembengut e

Hein (2018), evidenciam que a Modelagem Matemática caracteriza-se como uma estratégia a ser utilizada em qualquer nível de escolaridade tendo como objetivos principais mostrar a importância da matemática para a formação e a vida do discente.

Ribeiro (2009), “entender a Modelagem Matemática em suas diferentes perspectivas podem ampliar a competência crítica dos sujeitos envolvidos”. Acredita-se ser de suma importância apresentar a compreensão de seu significado na visão de diferentes autores:

- Bienbengut e Hein (2009, p 11), [...] a MM é a arte de modelar, é um processo que emerge da própria razão e participa da nossa vida como forma de constituição e de expressão do conhecimento.
- Bassanezi (2002, p. 24) define MM como um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. A MM consiste, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.
- Barbosa (2004, p.3), Modelagem “é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”.

Nos documentos oficiais são mencionados a modelagem matemática como um estratégia de ensino que pode ser utilizado na disciplina de matemática.

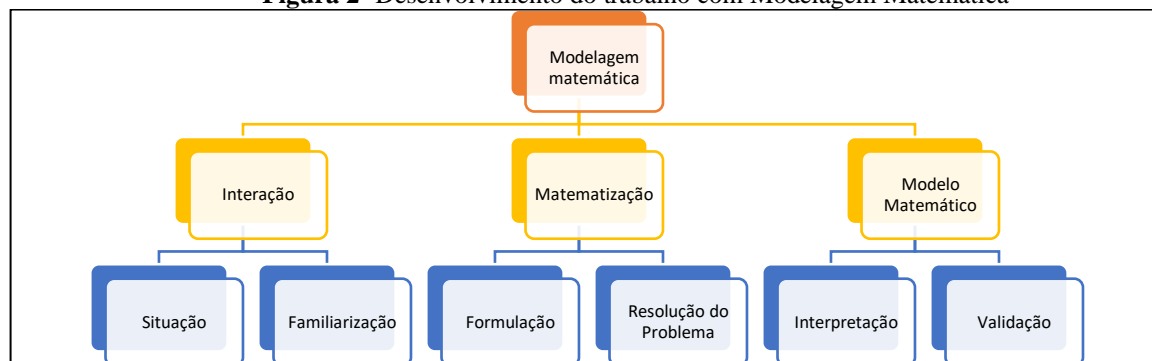
- Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 2017), publicados em 1998 pelo Ministério da Educação, mencionam a modelagem como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos têm a possibilidade de utilizar a Matemática para indagar e/ou investigar situações oriundas de outras áreas da realidade.
- Na Base Nacional Curricular Comum (BNCC, 2017, p. 266), cita a modelagem matemática como uma estratégia de ensino com potencial riquíssimo para o desenvolvimentos de competências fundamentais para o letramento matemático.

Com base nas definições de MM elencadas pelos autores citados, é possível identificar em cada uma delas, a formulação e a resolução de problemas como uma atividade inseparável da MM, da qual decorre uma elaboração de modelo.

É importante destacar que a MM pode ser aplicado em todos os níveis de ensino, da educação infantil até o superior. O que vai diferenciar em cada uma dessas modalidades, são: os temas, o nível de conhecimento e o envolvimento dos estudantes, entre outros.

Para desenvolver a execução das atividades em Modelagem Matemática, Biembengut e Hein (2000,p. 127), estrutura os procedimentos três etapas e subdivididos em três subetapas. Tais passos constam no Figura 2.

Figura 2- Desenvolvimento do trabalho com Modelagem Matemática



Fonte: Autoria própria a partir de Biembengut e Hein (2018)

No Figura 2 apresenta o esboço da oragnização da MM (Biembengut e Hein, 2018, p.127). A interação é a primeira parte do processo que ocorre com a escolha do tema. A esolha do tema é, preferencialmente escolhida pelos estudantes. Partir daí, inicia-se o processo de familiarizarão através do conhecimento da situação-problema, levantamento e pesquisas das informações sobre o tema escolhido.

Na etapa seguinte, a matematização, é a parte mais desafiadora, entendida pelos autores, pois envolve a formulação que pode ser chamado de hipótese e resolução de problema. Biembengut e Hein (2018, p.14) aponta que esse momento objetiva “[...] chegar a um conjunto de expressões aritméticas ou fórmulas, ou equações algébricas, ou gráfico, ou representações, ou programa computacional, que levem à resolução do problema com a utilização do conhecimento matemático disponíveis. Vale ressaltar que para resolver uma determinada situação-problema através da MM, às vezes, precisa de um conhecimento de matemática mais avançada. Diante disso, as TD podem ajudar e auxiliar nesse processo de resolução, pois já existem Software que podem simular determinadas situações do cotidiano.

O modelo matemático é a última etapa dessa estrutura, pois compreende a interpretação e validação do modelo. Esse processo consiste em verificar a eficiência do modelo produzido.

2.1.1 O que é um modelo?

A palavra modelo no dicionário tem vários significados, como por exemplo: padrão, arquétipo, amostra, exemplar, original, norma, referência, paradigma. O conceito de modelo se faz presente em várias áreas do conhecimento. Para matemática, Bassanezi (2002, p. 20), “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”. Biembengut (1999, p.20), “esta representação pode se dar por meio de um desenho ou imagem, um projeto, um esquema, um gráfico, uma lei matemática, dentre outras formas”. Com relação aos tipos de modelo, Bassanezi (2002) descreve sobre dois tipos:

Modelo Objeto é a representação de um objeto ou fato concreto; suas características da Modelagem Matemática predominantes são a estabilidade e a homogeneidade das variáveis. Tal representação pode ser pictórica (um desenho, um esquema compartimental, um mapa, etc.), conceitual (fórmula matemática), ou simbólica. A representação por estes modelos é sempre parcial deixando escapar variações individuais e pormenores do fenômeno ou do objeto modelado.

Um modelo teórico é aquele vinculado a uma teoria geral existente – será sempre construído em torno de um modelo objeto com um código de interpretação. Ele deve conter as mesmas características que o sistema real, isto é, deve representar as mesmas variáveis essenciais existentes no fenômeno e suas relações são obtidas através de hipóteses (abstratas) ou de experimentos (reais) Bassanezi(2002, p. 20).

Bassanezi (2002, p. 20), afirma que o modelo pode ser classificados conforme o tipo de matemática, dependendo da natureza do fenômeno e da situação analisadas, são elas: Linear ou não –linear, Estático e Educacional.

Serão classificadas de linear ou não-linear conforme as características de suas equações. O estático pode ser representado na forma do objeto, por exemplo, a forma geométrica de um alvéolo ou dinâmico quando simula variações de estágios do fenômeno. E educacional, quando é baseado em um número pequeno ou simples de suposições, tendo, quase sempre, soluções analíticas. Bassanezi (2002, p. 20), afirma que esse tipo de modelo não representa a realidade com o grau de fidelidade adequada para fazer previsões. No entanto, esse modelo ainda está adquirindo amadurecimento nas questões das ideias para a formulação de modelos mais adequados a realidade.

A MM pode ser desenvolvida tanto como método científico como metodologia no ensino da matemática. Bassanezi (2002), destaca alguns exemplos em seu livro, sobre o uso da MM como método científico.

- A Eletricidade e o Magnetismo, a Hidrodinâmica, a Elasticidade e em geral os fenômenos de difusão levam às Equações Diferenciais Parciais;

- Uso de equações diferenciais para modelar velocidade de reações químicas (lei da ação das massas), teoria das matrizes e grafos para descrever a estrutura das moléculas etc
- A sofisticação e automação de máquinas têm sido desenvolvidas com o uso da álgebra fuzzy, teoria do controle, além das técnicas modernas para resolver equações diferenciais parciais com computadores (método dos elementos finitos, método da relaxação e outros).

Biembengut e Hein (2002, 2009), destaca alguns exemplos que podem ser trabalhado no processo de ensino e aprendizagem no ensino da matemática: Modelos de embalagens; Produção de cenouras; Construção de casas; A arte de construir e analisar orçamentos, etc.

No texto da Base Nacional Comum (BNCC, 2017, p. 370), evidencia que os estudantes devem ser capazes [...] selecionar modelos utilizando diversos recursos relacionados a área. Nessa perspectiva, a BNCC reintera que os alunos desenvolvam competências através da MM com as TD.

2.2 Modelagem Matemática Interativa (MMI)

A MMI, como mencionado anteriormente, é definido como a interação entre modelagem matemática e as tecnologias digitais. Essa interação pode melhorar a qualidade de ensino, principalmente no que tange o ensino superior. Moran (2004, p. 347) considera as tecnologias digitais como artefatos de apoio e mediação na educação, pois “nos permitem realizar atividades de aprendizagem de formas diferentes das de antes”. Com o avanço das TD, as pesquisas com MM interativa estão ampliando-se. A seguir, iremos destacar algumas pesquisas que utilizaram a MMI.

- Na tese de Galleguillos (2016), cujo o título é “Modelagem matemática na modalidade online: análise segundo a Teoria da Atividade”, utilizou –se a MM interagindo com Facebook. A pesquisa foi desenvolvida em um curso de formação de professores de matemática na modalidade online. A proposta era resolver problemas utilizando a MM.
- Dalla Vecchia (2012), em sua tese, cujo o título “A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético”, utilizou um software Scratch na construção dos jogos eletrônicos para tralhar com a MM.

- No artigo de Menezes (2023), com o título *Modelagem Matemática no ensino da Geometria: Uma situação –problema utilizando o Geogebra*”. Essa pesquisa teve como objetivo apresentar uma situação-problema de MM para o estudo da geometria utilizando o Software Geogebra.

Das três pesquisas mencionadas, duas envolve situações-problemas com a modelagem matemática. Isso mostra que a MM não é totalmente separada da resolução de problemas. A aplicação de tecnologias pode enriquecer e melhorar a prática da modelagem matemática de diversas maneiras. É uma ferramenta necessária na mediação e constituição desse novo modelo societário (LÉVY, 2000, p. 67).

A aplicação de tecnologias pode enriquecer e melhorar a prática da modelagem matemática de diversas maneiras. É uma ferramenta necessária na mediação e constituição desse novo modelo societário (LÉVY, 2000, p. 67). Aqui estão algumas formas como as tecnologias podem influenciar e ser integradas à modelagem matemática:

- Tecnologias como softwares de simulação e modelagem computacional permitem aos estudantes e pesquisadores criar modelos matemáticos complexos e realizar simulações que seriam difíceis ou impossíveis manualmente. Por exemplo, softwares como *MATLAB*, *Mathematica*, *R* ou *Python* com bibliotecas especializadas em modelagem matemática permitem visualizar, testar e analisar modelos matemáticos de forma interativa.
- Tecnologias de visualização, como gráficos interativos e realidade virtual, podem ajudar os estudantes a compreender melhor os conceitos matemáticos abstratos. Por exemplo, softwares de geometria dinâmica como Geogebra permitem explorar conceitos geométricos de maneira interativa e intuitiva.
- Tecnologias relacionadas ao big data e análise estatística podem ser usadas para modelar fenômenos complexos e extrair insights úteis. Isso é particularmente relevante em áreas como economia, epidemiologia e ciências sociais.
- Tecnologias de aprendizagem online e ambientes virtuais podem fornecer recursos adicionais para ensinar e aprender modelagem matemática. Cursos online, tutoriais interativos e fóruns de discussão podem ampliar o acesso ao conhecimento e promover a colaboração entre os estudantes.

Diante do exposto, percebe-se que a MMI pode contribuir para o desenvolvimento de competências para melhorar a qualidade de ensino nos cursos de licenciaturas.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi baseada nas orientações sobre a condução de revisão de literatura de Randolph (2009). Randolph define a revisão de literatura como um levantamento e análise das pesquisas existentes sobre um determinado tema. É uma etapa crucial em qualquer pesquisa acadêmica, pois estabelece o contexto e o fundamento teórico do estudo, identifica lacunas existentes e justifica a necessidade da pesquisa. Para a condução da revisão de literatura, Randolph (2009) destaca quatro etapas:

- 1) **Formulação do Problema de Pesquisa:** Para este contexto investigativo delimitou-se sobre os temas “Modelagem Matemática Interativa na formação de competências no curso de licenciatura em Matemática”, “Modelagem matemática com as tecnologias digitais no ensino superior” no período de 2019 a 2023.
- 2) **Pesquisa de Literatura:** A busca por produções científicas foi na base de dados da Scientific Electronic Library Online – SciELO. A base de dados SciELO dispõe de inúmeros periódicos indexados de vários países, com disponibilidade de artigos em diferentes idiomas. Para esta pesquisa optou-se pela busca por publicações em artigos.
- 3) **Coleta de dados:** O propósito desta pesquisa é identificar as competências desenvolvidas na interação entre modelagem matemática e as tecnologias digitais no ensino de matemática no ensino superior. Para uma busca de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), do “estado da arte”, buscou-se pelo temas “MM com as tecnologias digitais no ensino da matemática” e “Modelagem Matemática interativa” e seu derivados, ambos relacionados em cursos de licenciaturas em matemática ou curso de graduação em outra área, no período de 2019 a 2023.
- 4) **Análise e interpretação dos dados:** Analisamos e sintetizamos as produções que envolviam a modelagem matemática com as tecnologias digitais em curso de Licenciatura em Matemática com formação de competências.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Partindo das etapas de Randolph (2009), descreveremos nessa seção as pesquisas que contribuíram com o objetivo da RSL de identificar as competências desenvolvidas na interação entre modelagem matemática e as tecnologias digitais em curso de licenciatura em

matemática, produzidas no período de 2019 a 2023, na base da ScieLo.

Esta pesquisa optou por selecionar somente artigos científicos com o idioma português. Para os critérios de inclusão: trabalhos publicados entre 2019 e 2023, com foco na interação entre modelagem matemática e tecnologias digitais, e que abordem competências relevantes para o ensino da matemática. E para os critérios de exclusão: artigos que não apresentaram resultados sobre competências específicas ou que fossem direcionados exclusivamente a contextos fora da educação matemática.

Para o processo de busca elaborou-se algumas perguntas norteadoras, tais como: Quais as competências desenvolvidas pelos alunos no processo de ensino e aprendizagem? No primeiro momento da pesquisa foi digitado na barra de pesquisas o tema “modelagem matemática com as tecnologias digitais no ensino da matemática”, a resposta foi “não foram encontrados documentos para a sua pesquisa”. Em seguida, realizou-se uma busca por “Modelagem Matemática Interativa”, obteve-se a mesma resposta da primeira. Então, optou-se por busca por “Modelagem Matemática no ensino da matemática” com filtros em: Tipo de literatura artigo científico, idioma português, ano de publicação 2019 a 2023, obtivemos 24 resultados. As buscas mostraram que:

a) 10 artigos estão relacionados com a MM no ensino da matemática, mas não tem interação com as tecnologias digitais, e foram aplicados no ensino básico. A MM foi utilizada em outras áreas do conhecimento como física e pedagogia, totalizando 4 artigos.

b) 4 artigos voltados a área de formação de professores, mas que tiveram envolvimento somente com a MM.

c) 2 artigos relacionados à Revisão de Literatura no contexto da MM e um artigo em comum com os artigos relacionados à área do ensino.

d) 3 artigos relacionados à educação, mas sem interação com a MM e as TD.

Para atender ao objetivo desta pesquisa, apenas dois artigos desenvolvidos para as análises realizadas. Os trabalhos identificados estão descritas na Quadro 1.

Quadro 1- Artigos selecionados

Artigo	Competências Desenvolvidas	MMI	Resultados
“Modelagem matemática em problemas da OBMEP: a visualização geométrica com aporte do software GeoGebra”.(Sousa, Santiago e Alves, 2022)	Dedução lógica e lógica geométrica.	Uso do GeoGebra para visualização geométrica	Promoção da visualização geométrica; dificuldades no ensino tradicional.

Potencialidades e Desafios do Ensino de Matemática Online: exemplo de uma experiência com estudantes de Engenharia do Ensino Politécnico em Portugal.(Paulo e Lucas, 2022)	Resolução de problemas; Engajamento dos alunos.	Uso do GeoGebra para cálculo diferencial	Feedback positivo sobre avaliação de problemas; impacto do modelo em alunos
--	---	--	---

Fonte: Base de dados da Scielo

No primeiro artigo de (Sousa; Santiago; Alves, 2022), tem como propósito apresentar uma abordagem pedagógica que trabalha a resolução de duas questões da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), por meio do desenvolvimento de habilidades de visualização e raciocínio geométrico com o auxílio do software GeoGebra. A proposta dos autores foi de apresentar a modelagem matemática com situações problemas com o auxílio software GeoGebra.

Os autores trouxeram uma estratégia de trabalhar com o Geogebra explorando de forma mais visual o conceito de geometria. (Sousa, Santiago e Alves, 2022), [...] trabalhando questões que exigem do aluno apenas dedução lógica e raciocínio geométrico, sem necessitar especificamente de cálculos manuais, o que foi proposto na análise a priori, a partir das situações apresentadas.

O objetivo dessa atividade é promover a visualização geométrica e o desenvolvimento de ideias que possam ser utilizadas para solucionar problemas decorrentes da manipulação de estruturas por meio de modelagem matemática. Nas análises dos autores, identificou-se algumas dificuldades no ensino de geometria e de como é tratada em sala de aula de forma tradicional. Porém, os autores não mencionaram se houve dificuldades entre a MM e as TD. Evidenciaram-na pesquisa que os alunos adquiriram as competências de dedução lógica e raciocínio geométrico.

Portanto, esse artigo apresentou a interação da MM com as TD para o desenvolvimento de competências. Utilizou-se a o *software* Geogebra como Tecnologias digitais auxiliando na MM. E os alunos desenvolveram as competências em resolução de problemas através de dedução lógica e o raciocínio geométrico.

No segundo artigo de (Paulo e Lucas, 2022), foi realizado em turmas de licenciatura em Engenharia no Ensino Superior Politécnico em Portugal, no período pandêmico. Para os autores, adaptados à nova realidade de ensino, tiveram que introduzir diferentes abordagens e métodos no ensino de cálculo. Constatou-se que o modelo de avaliação tradicional foi reduzido, porque o aluno poderia utilizar diferentes auxílios na avaliação à distância, que levou os professores a utilizarem modelo de avaliação baseada em problemas.

Para resolver a situação-problema proposta pelos autores, os alunos teriam que ter conhecimento em geometria e modelagem matemática. Para aumentar o conhecimento tecnológico dos alunos, o projeto utilizou o software GeoGebra para fazer cálculo diferencial de forma mais visual e dinâmica com Geometria. Os resultados indicam um feedback positivo dos grupos de alunos que revelaram que o projeto é uma boa alternativa ao modelo de avaliação tradicional, podendo mesmo servir de referencial para o trabalho de outros professores.

Embora o artigo de Paulo e Lucas (2022) seja universitário ao curso de Engenharia, sua inclusão justifica-se pela similaridade curricular em disciplinas como Cálculo, que também é central nos cursos de Licenciatura em Matemática.

Assim, este artigo atendeu às expectativas da pesquisa ao demonstrar a interação entre a Modelagem Matemática e as tecnologias digitais, com foco no desenvolvimento de competências na resolução de problemas no ensino da matemática. Além disso, os autores enfatizaram o engajamento dos alunos em relação a essa interação.

Os dados foram interpretados por meio de uma análise qualitativa baseada em categorias previamente definidas, como “competências desenvolvidas” e “interação entre modelagem matemática tecnologias digitais”.

A limitação desta pesquisa foi em apenas identificar as competências desenvolvidas pela Modelagem Matemática Interativa em curso de Licenciatura em Matemática. No entanto, confirmamos a relevância desses estudos como base para pesquisa mais abrangente no futuro.

5 CONSIDERAÇÕES

O objetivo desta pesquisa foi identificar as competências desenvolvidas na interação entre Modelagem Matemática (MM) e Tecnologias Digitais (TD) no ensino de Matemática no Ensino Superior, com base em artigos publicados entre 2019 e 2023 na base de dados SciELO. Durante a análise, obtivemos que apenas dois artigos atenderam ao objetivo da pesquisa: "Modelagem matemática em problemas da OBMEP: a visualização geométrica com aporte do software GeoGebra" (Sousa, Santiago e Alves, 2022) e "Potencialidades e Desafios do Ensino de Matemática Online: exemplo de uma experiência com estudantes de Engenharia do Ensino Politécnico em Portugal" (Paulo e Lucas, 2022).

No primeiro artigo, observou-se que as competências desenvolvidas pelos alunos foram principalmente de dedução lógica e cálculo geométrico, utilizando o software

GeoGebra como uma ferramenta de visualização e apoio na modelagem matemática. Já no segundo artigo, a competência especializada foi a resolução de problemas, com a utilização do GeoGebra para uma abordagem mais dinâmica e acessível ao ensino de design no contexto remoto da pandemia.

Apesar de a Modelagem Matemática não ser uma abordagem recente, a integração com as Tecnologias Digitais tem sido um campo em expansão, possibilitando um ensino mais interativo e visual, com a aplicação de softwares como o GeoGebra. Uma pesquisa demonstrou que a Modelagem Matemática Interativa pode melhorar a qualidade do ensino, aumentar o engajamento dos alunos e tornar as aulas mais dinâmicas e colaborativas.

Com base nos resultados, esperamos que este estudo contribua para a formação de professores de matemática, incentivando a integração das da MMI nas práticas pedagógicas. A utilização da Modelagem Matemática Interativa no ensino superior, pode promover uma aprendizagem mais significativa, que estimula o desenvolvimento de habilidades fundamentais, como a resolução de problemas, o pensamento crítico e a criatividade dos alunos.

Concluindo, a interação entre a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais é uma estratégia que contribui para o desenvolvimento de competências essenciais no ensino de Matemática, principalmente no ensino superior. Essa combinação não só melhora a qualidade do ensino, mas também prepara os acadêmicos para os desafios do em sala de aula, criando ambientes de aprendizagem mais inclusivos, dinâmicos e colaborativos. A pesquisa contribui assim para a reflexão sobre práticas pedagógicas inovadoras e oferece uma base para o futuro nesta área.

REFERÊNCIAS

BARBOZA, C. M.; WIELEWSKI, G. D. Tecnologias Digitais na Formação do Professor de Matemática: Um Olhar para as Teses e Dissertações no Brasil. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 10, n. 3, p. e22057, 2022. <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i3.14162>

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como?** *Veritati*, n. 4, p. 3, 2004. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Matematica/artigo_veritati_jonei.pdf.

BASSANEZI, Rodney C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002. p. 16.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2000. p.11.

BIEMBENGUT, Maria Sallet; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2009. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 17 maio 2024.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo, SP: Contexto, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CP nº 2Base, 22/12/2017 Nacional Comum Curricular: Educação é a base. Brasília: MEC/SEB, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricularbncc> Acesso em: 16 de mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetro Nacional Curricular MEC/SEB**, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf> Acesso em: 16 de mar. 2024.

CURY, H. N. Professora, eu só errei um sinal!: como a análise de erros pode esclarecer problemas de aprendizagem. In: CURY, H. N. (Org.). **Disciplinas Matemáticas em cursos superiores**: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre, RS: Edipucrs, 2004. p.111-138.

DALLA VECCHIA, Rodrigo. **A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético**. 2012. 275 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012.

DELLA NINA, C. T. **Modelagem matemática e novas tecnologias : uma alternativa para a mudança de concepções em matemática** . Porto Alegre, 2004.

FUHR, R. C. **Educação 4.0 e seus impactos no século XXI**. V Congresso Nacional de Educação. Anais. Olinda, PE. 2018.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e Ensino Presencial e a Distância**. 9ª Ed. Campinas: Papirus, 2012.

LÈVY, Pierre . **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. 9. reimp. Rio de Janeiro: 34, 2000.

SULIGO ARAÚJO LIMA , Vanessa; PEREIRA SOUTO , Daise Lago; RAMBO KOCHHANN , Maria Elizabete. Tecnologias digitais no ensino superior: um zoom. **Revista Prática Docente**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 138–157, 2017. <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2017.v2.n2.p138-157.id68>

GALLEGUILLOS, J. E. **Modelagem matemática na modalidade online**: análise segundo a Teoria da Atividade. - Rio Claro, 2016.

MENEZES, R. O. Modelagem Matemática no Ensino de Geometria: uma situação-problema utilizando o GeoGebra. **Revista Do Instituto GeoGebra Internacional De São Paulo**, 12(3), 123–132. (2023). <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2023.v12i3p123-132>

MENEZES, R. O. Modelagem matemática e o ensino de geometria: mapeamento de trabalhos da XII CNMEM. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 12, p. e24017, 2024. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16368>

MORAN, J. M. **A contribuição das tecnologias para uma educação inovadora**. Revista Contraponto, v. 4, n. 2. mai-ago, 2004. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/rc/article/view/785>. Acesso em: 24 maio 2024.

MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. In: Lilian Bacich, José Moran (Org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, p. 1-25, 2018.

PAULO, J. B.; LUCAS, C. O.; Potencialidades e Desafios do Ensino de Matemática Online: exemplo de uma experiência com estudantes de Engenharia do Ensino Politécnico em Portugal; **Bolema**, Rio Claro (SP), v.36, n.74, p.1236-1255, dez. 2022; <https://doi.org/10.1590/1980-4415v36n74a14>

RANDOLPH, J. J. A guide to writing the dissertation literature review. **Practical Assessment, Research, and Evaluation**, Amherst, v. 14, n. 13, p. 1-13, 2009. <https://doi.org/10.7275/b0az-8t74>

SCHULZBACH, Leandro Mauri. **Produção de Vídeos Digitais no Lem com Professores da Educação Básica para o Ensino de Matemática** – Barra do Bugres, 2021.

SANTOS, C. P. dos; NICOT, Y. E. **A INTERATIVIDADE NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS**. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Cuiabá, Brasil, v. 8, n. 3, p. 98–112, 2020. <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i3.10402>

SOUSA, R. T., SANTIAGO P. V. ALVES F. R. V. “Modelagem matemática em problemas da OBMEP: a visualização geométrica com aporte do software GeoGebra”, **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, no. 32, pp. 34-43, 2022. <https://doi.org/10.24215/18509959.32.e4>

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu esposo Marcos Goiana Sampaio e aos meus filhos Mackson Rhayan da Silva Sampaio e Márson Rhaynan da Silva Sampaio, e ao meu orientador Yuri Expósito Nicot.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Edilacy da Silva Sampaio e Yuri Expósito Nicot

Introdução: Edilacy da Silva Sampaio e Yuri Expósito Nicot

Referencial teórico: Edilacy da Silva Sampaio e Yuri Expósito Nicot
Análise de dados: Edilacy da Silva Sampaio e Yuri Expósito Nicot
Discussão dos resultados: Edilacy da Silva Sampaio e Yuri Expósito Nicot
Conclusão e considerações finais: Edilacy da Silva Sampaio e Yuri Expósito Nicot
Referências: Edilacy da Silva Sampaio e Yuri Expósito Nicot
Revisão do manuscrito: Marlucia Silva de Araújo
Aprovação da versão final publicada: Edilacy da Silva Sampaio e Yuri Expósito Nicot

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política e financeira referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os dados desta pesquisa não foram publicados em Repositório de Dados, mas os autores se comprometem a socializá-los caso o leitor tenha interesse, mantendo o comprometimento com o compromisso assumido com o comitê de ética.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

SAMPAIO, Edilacy da Silva. NICOT, Yuri Expósito. Modelagem Matemática Interativa na formação de competências em curso de Licenciatura em Matemática: Um Estado da Arte. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 13, e25024, jan./dez., 2025. <https://doi.org/10.26571/reamec.v13.18579>

COMO CITAR - APA

Sampaio, E. S. & Nicot, Y. E. (2025). Modelagem Matemática Interativa na formação de competências em curso de Licenciatura em Matemática: Um Estado da Arte. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 13, e25024. <https://doi.org/10.26571/reamec.v13.18579>

DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF

Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



OPEN ACCESS

Este manuscrito é de acesso aberto ([Open Access](#)) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.



LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](#). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o *software* de detecção de texto [iThenticate](#) da Turnitin, através do serviço [Similarity Check](#) da [Crossref](#).



PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Luzitânia Dall'Agnol  

Avaliador 2: não autorizou a divulgação do seu nome.

Avaliador 3: não autorizou a divulgação do seu nome.

HISTÓRICO

Submetido: 17 de outubro de 2024.

Aprovado: 27 de março de 2024.

Publicado: 18 de maio de 2025.