
Modelagem Matemática e o Software GeoGebra no Ensino de Física

Mathematical Modeling and GeoGebra Software in Physics Teaching

Edem Cordeiro de Aguiar
Elizabeth Tavares Pimentel
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Humaitá-Amazonas-Brasil
Marcos André Braz Vaz
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Santa Catarina-Florianópolis-Brasil

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi mapear a aplicação da Modelagem Matemática e o Software GeoGebra no ensino do Movimento Oblíquo. A escolha da base de dados foi o Portal de Periódicos da CAPES, com um recorte temporal de dez anos (2014 a 2023) e os descritores “Modelagem Matemática, Ensino Física” e “Modelagem Matemática, Sequências Didáticas”. Também ocorreu a seleção dos trabalhos, com ênfase na análise dos títulos, resumos e palavras-chave. Os pontos de categorização incluíram componente curricular, conteúdo, nível de ensino, instrumento tecnológico digital e teoria utilizada na aplicação. Os resultados da busca computaram 8 artigos, nos quais a Modelagem Matemática foi relacionada a outros argumentos metodológicos, embasando as pesquisas escolhidas. A pesquisa revelou uma lacuna em pesquisas sobre movimentos oblíquos e também pesquisas que focassem o ensino de conteúdos de Física em si.

Palavras-chave: Movimento Oblíquo; Ferramenta Digital; Sequências Didáticas.

Abstract

The aim of this research was to map the application of Mathematical Modeling and GeoGebra Software in the teaching of Oblique Motion. The chosen database was the CAPES Journal Portal, with a time frame of ten years (2014 to 2023) and the descriptors "Mathematical Modeling, Physics Teaching" and "Mathematical Modeling, Didactic Sequences". The papers were also selected with an emphasis on analyzing the titles, abstracts and keywords. The categorization points included curriculum component, content, teaching level, digital technological tool and theory used in the application. The search results returned 8 articles, in which Mathematical Modeling was related to other methodological arguments, supporting the chosen research. The research revealed a gap in researches on oblique movements as well as researches that focused on the teaching of Physics contents.

Keywords: Oblique Movement; Digital Tool; Teaching Sequences.

1. Introdução

A Matemática é composta por várias ramificações, utilizadas para a compreensão do próprio conceito e de outros campos de estudo. Um desses ramos é a Matemática Aplicada, que tem a preocupação de resolver problemas de diversas áreas. É por meio dessa perspectiva que surge a Modelagem Matemática, a qual, segundo Braga (2020), manifesta-se como um método que formula modelos matemáticos com a finalidade de representar, analisar, prever e solucionar problemas.

Segundo Veleda e Almeida (2010), compreende-se que a Modelagem Matemática é uma ferramenta que tem a capacidade de auxiliar no entendimento e transformação da realidade, principalmente se essa realidade estiver relacionada em compreender conceitos das ciências ligados ao campo educacional. Além disso, a característica em geral da Modelagem Matemática é destacada em cinco argumentos, como discorre Barbosa (2004, p.2): “motivação, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar a Matemática em diferentes áreas, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sociocultural da Matemática”.

Quando se trata de tecnologias digitais para o uso como ferramenta facilitadora nos processos de Modelagem Matemática, diversos *softwares* podem ser empregados pelos professores do ensino básico, dentre eles, destaca-se o GeoGebra. Segundo Braga (2020, p. 67), por ser um “*software* livre, entende-se aquele que garante ao usuário a liberdade de execução e colaboração entre os usuários, melhorar e divulgar alterações, por exemplo”.

O GeoGebra “é um *software* de Matemática Dinâmica para todos os níveis de ensino que reúne Geometria, Álgebra, Planilha de Cálculo, Gráficos, Probabilidade, Estatística e Cálculos Simbólicos em um único pacote fácil de usar” (GeoGebra, 2017 *apud* Braga, 2020, p. 67). Por esse motivo, no sentido de otimizar as respostas obtidas durante a Modelagem Matemática, este permite, de maneira instantânea, o ajuste do parâmetro da função, apresentando resultados dinâmicos e confiáveis.

Ao tratar do Ensino de Física, Angotti (2015, p. 5) afirma que “é um campo instigante de pesquisa instalado desde o início da década de 70 no Brasil, de maneira semelhante a outros países da Europa e América”. Isso ocorre com a finalidade de aprimorar outros métodos de ensino no campo da Física.

Segundo Bonfim e Nascimento (2018), o que tem sido observado em sala de aula é um ensino preocupado com o formalismo escolar, o uso excessivo de fórmulas

matemáticas, a falta de contextualização dos conteúdos com a realidade e a ausência de interdisciplinaridade. Além disso, a pouca inovação nas metodologias e recursos didáticos pode contribuir para um estudo com pouco rendimento para os alunos.

Neste contexto, elencamos como objeto de estudo o tema Movimento Oblíquo no Ensino de Física. Assim, o objetivo desta pesquisa é mapear a aplicação da Modelagem Matemática e o *Software* GeoGebra no estudo do Movimento Oblíquo.

2. Mapeamento

2.1 Movimento Oblíquo

Movimento Oblíquo é um conteúdo que está de acordo com a BNCC (Brasil, 2018), apresentado no primeiro ano do Ensino Médio, caracterizado pelos lançamentos vertical e horizontal. Segundo Martins (2019, p.31), “a teoria do movimento parabólico utilizada atualmente faz parte da Física Clássica. Com ela, na Física, é possível analisar o deslocamento, a velocidade, o tempo e os efeitos da aceleração gravitacional com o ângulo de lançamento”. Assim, este conteúdo está contido na maioria das aplicações, por se tratar do tipo de movimento que ele descreve.

Martins (2019) trata da aplicabilidade do conteúdo “Movimento Oblíquo” em sua pesquisa, na qual foi realizada uma investigação em três escolas distintas da Rede Pública de Ensino no estado do Paraná, envolvendo 112 estudantes em turmas do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio. Essa pesquisa mostrou e verificou as características do movimento parabólico por meio de uma abordagem experimental, simulada e analisada através de *softwares* educacionais, resultando em contribuições significativas para a aprendizagem dos discentes.

Souza (2020) trabalhou o conteúdo “Lançamento Oblíquo” na Rede Pública de Ensino do Estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Osório, com 25 estudantes do 1º ano do Ensino Médio. O objetivo foi o estudo do Lançamento Oblíquo por meio da experimentação, construindo réplicas de armas medievais. Isso resultou em contribuições plausíveis para os estudantes, além de fornecer mais um material de ensino como alternativa para os professores.

Além disso, na pesquisa de Almeida (2016), que resultou na produção de um produto derivado de sua dissertação, foi abordado o tema do Lançamento Oblíquo. Na investigação, foram apresentados os principais tópicos de Matemática e Física presentes nestes conteúdos, demonstrando aos estudantes e professores a importância da

interdisciplinaridade, além da aplicabilidade em diversas áreas, como, por exemplo, na engenharia.

2.2 Software GeoGebra

O *Software GeoGebra*, segundo Santos e Homa (2018), é uma ferramenta facilitadora que auxilia no entendimento das ciências, principalmente nas exatas, e tem sido utilizada em inúmeras investigações. Além disso, é disponibilizado gratuitamente no formato de *software* para computadores e aplicativo para celulares.

O GeoGebra foi desenvolvido em 2001 como tese de Markus Hohenwarter e o seu reconhecimento deu-se de forma exponencial, pois se trata de uma “multiplataforma para todos os níveis de ensino, que combina geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo numa única aplicação. Tem recebido vários prêmios na Europa e EUA” (Instituto GeoGebra – UESB, 2014; Richit, 2015).

Essa ferramenta educacional tem sido utilizada em diversas pesquisas, como, por exemplo, a realizada por Silva e Costa (2019), que investigou 18 estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Campus I. Essa pesquisa possibilitou a compreensão da parte algébrica das funções, mediada pelo *software*. Já Sousa e Fontenele (2021), por meio do GeoGebra, apresentaram aos estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola do estado do Ceará os principais conceitos de função quadrática, promovendo a diferenciação e descrição das contribuições do *software* para o ensino remoto.

Além disso, Garcia, Müller e Lara (2021) mapearam trabalhos que fizeram uso desse aparelho tecnológico digital. A maioria das pesquisas encontradas aponta a potencialidade do uso do *software GeoGebra* como um instrumento enriquecedor para o ensino. Com ele, as aulas tornam-se mais atrativas e dinâmicas, contribuindo para o aprendizado dos estudantes.

2.3 Modelagem Matemática

Como mencionado na introdução sobre a importância da modelagem matemática como método de ensino, neste momento, será enfatizado o contexto das pesquisas que utilizaram esse método.

Ferreira *et al.* (2020) aplicaram a modelagem matemática para o estudo de funções do primeiro grau, analisando contas de água e energia elétrica em uma escola pública. O objetivo desta pesquisa foi comparar o ensino regido pelo método tradicional e a

modelagem matemática. Por sua vez, Silva, Felício e Ferreira (2021) utilizaram sequências didáticas por meio do método de modelagem matemática para o estudo do conteúdo de função quadrática. Este estudo trouxe, por meio de problemas contextualizados, a elaboração de modelos matemáticos pelos estudantes.

Além disso, Bisognin e Bisognin (2021) relatam, em pesquisa realizada com professores matriculados em um curso de Mestrado em Ensino de Matemática, que há evidências da construção de conhecimentos com o uso de estratégias no ensino, incluindo a utilização da Modelagem Matemática.

3. Metodologia

Nesta pesquisa, foi realizado um mapeamento sistemático, utilizando a abordagem qualitativa, tendo como foco plataformas digitais que produzem e publicam trabalhos científicos, auxiliando no embasamento teórico da investigação (Gil, 2008; Prodanov e Freitas, 2013). A partir dos dizeres dos autores, compreende-se que a revisão bibliográfica sistemática traz para o pesquisador argumentos e materiais que solidificam suas pesquisas.

Como aporte teórico para o procedimento e a análise dos artigos escolhidos, foi adotado a Análise Textual Discursiva (ATD), descrita por Moraes e Galiuzzi (2016). Ela é constituída por três fases: unitarização, categorização e comunicação.

Na unitarização, as informações das pesquisas são transformadas do estado bruto e passa pela lapidação por meio de recortes textuais relevantes ao tema investigado. A fase da categorização é o instante de particionar e juntar os conteúdos de análise, com ênfase nas diferenças e similaridades entre as temáticas investigadas. A fase três, denominada de comunicação, é o momento em que o pesquisador já fez a análise das obras e, por meio de metatextos, coloca os pontos descritos na categorização, com ênfase na produção dos autores e na relação com o tema da pesquisa em andamento.

Na primeira fase da ATD, foi escolhido o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Escolheu-se este portal por ser um dos maiores acervos científicos do país, munido por inúmeras indexações, além de reunir e oferecer produções a nível nacional e internacional. Também é disponibilizada aos estudantes, professores e agregados das instituições federais públicas a função ilimitada do acervo. Além disso, a escolha desse banco de dados, na data de 23 de outubro de 2023, quando a investigação teve início, resultou, segundo a Capes (2023), em “mais de 39 mil periódicos com texto completo e 396 bases de dados de conteúdo diversificado, incluindo

referências, patentes, estatísticas, material audiovisual, normas técnicas, teses, dissertações, livros e obras de referência.

O caminho desta pesquisa ocorreu por meio do recorte temporal de 10 anos, ou seja, de 2014 a 2023. Foi escolhido este período como um dos critérios de seleção, pois acredita-se que pesquisas dentro deste intervalo podem trazer embasamento teórico mais recente.

Dando seguimento, com foco apenas em artigos, utilizou-se duas camadas de busca por intermédio dos descritores “Modelagem Matemática, Ensino Física” e “Modelagem Matemática, Sequências Didáticas,” com o uso da função de busca avançada na plataforma CAPES. Além disso, foram aplicados outros critérios de seleção, por meio de filtragem automática e manual.

Na filtragem automática, utilizou-se “Qualquer campo”, “Recorte Temporal”, “Revisados por pares” e “Relevância da Pesquisa”. Por meio da filtragem manual, utilizou-se análise dos títulos, resumos e palavras-chave, focando-se em artigos que tinham similaridade com o componente curricular - Matemática e Física; Conteúdo - Função Quadrática, Função Afim, Função Trigonométrica e Movimento Oblíquo; e Tema: Tecnologia Digital no Ensino de Física, relacionado a Sequências Didáticas e à Modelagem Matemática.

Por conseguinte, após a seleção dos artigos, realizou-se uma análise mais detalhada dos artigos com foco na similaridade entre eles e nos objetivos desta pesquisa, por meio da segunda fase da ATD, a categorização, nos pontos: componente curricular, conteúdo, nível de ensino, instrumento tecnológico digital e teoria utilizada na aplicação.

Por fim, realizou-se, com base na terceira etapa da ATD, a comunicação por meio da construção de “metatextos” com o intuito de mostrar o que as pesquisas tinham em comum, o que contribuiu para esta investigação, visando alcançar os objetivos propostos, evidenciando, assim, a relevância deste tema para o meio educacional.

4. Resultados e discussões

4.1 Artigos selecionados

Foram encontrados 19 artigos utilizando os filtros automáticos “Qualquer campo”, “Recorte Temporal”, “Revisados por pares” e “Relevância da Pesquisa” para o descritor “Modelagem Matemática, Ensino Física”. Já para o descritor “Modelagem Matemática, Sequências Didáticas”, encontraram-se 3 artigos.

A partir da análise dos títulos, resumos e palavras-chave, focando-se em artigos que tinham similaridade com o componente curricular - Matemática e Física; Conteúdo - Função Quadrática, Função Afim, Função Trigonométrica e Movimento Oblíquo; e Tema: Tecnologia Digital no Ensino de Física, relacionado a Sequências Didáticas e à Modelagem Matemática, para o descritor “Modelagem Matemática, Ensino Física”, dos 19 artigos computados, apenas 6 foram selecionados. Já para o descritor “Modelagem Matemática, Sequências Didáticas”, dos 3 artigos, apenas 2 foram selecionados, totalizando assim 8 artigos. Além disso, após a escolha dos 8 artigos, trabalhou-se sem fazer distinção de descritores, denominando-os apenas de A1 a A8 para facilitar a identificação dos artigos, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Artigos selecionados *a priori*

Nº	Títulos	Autores	Revista	Ano
A1	O projeto “lançamento de projéteis”: uma perspectiva para o ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Médio	Ninow; Kaiber	REVMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática	2016
A2	Modelagem matemática na sala de aula: Uma abordagem interdisciplinar no ensino de Física	Soares	Dynamis (Blumenau)	2016
A3	Função tangente: Desenvolvendo esse tipo de função com a modelagem matemática	Costa; Almeida	Horizontes - Revista de Educação	2017
A4	Utilização do GeoGebra na resolução de problemas físicos: uma possibilidade para a Modelagem Matemática na Educação Básica	Martins; Doering; Bartz	Revista Thema	2017
A5	Modelagem matemática e letramento científico no ensino de Física	Souza; Espírito Santo	Revista Exitus	2019
A6	Percepções dos professores sobre o uso do <i>software</i> Modellus em uma experiência de modelagem	Neide <i>et al.</i>	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2019
A7	Aspectos da Teoria das Situações Didáticas (TSD) aplicada ao ensino de Geometria Espacial referente às questões do ENEM com amparo do <i>software</i> GeoGebra	Sousa; Alves; Fontenele	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	2020
A8	Sequência didática no ensino de lançamento oblíquo com auxílio de simulador da plataforma PhET	Lavor; Oliveira	Revista Educar Mais	2022

Fonte: De autoria própria (2023).

Observa-se que no Quadro 1, dos trabalhos selecionados com base nos critérios elencados, encontraram-se artigos que foram publicados entre o período de 2016 e 2022. Também foi observado que o *Qualis* referente a área de ensino dos artigos selecionados estão desde o *Qualis B3* até o *Qualis A1*.

4.2 Categorização dos artigos selecionados

4.2.1 Componente curricular

Na análise dos trabalhos selecionados, com ênfase no “Componente curricular”, foram obtidas as seguintes informações, as quais estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Componente curricular dos artigos selecionados

Componente curricular	Artigos
Matemática	A1, A3, A7
Física	A1, A2, A4, A5, A6, A8

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 2, observa-se que os artigos A3 e A7 fazem parte do componente curricular de Matemática, enquanto os A2, A4, A5, A6 e A8 pertencem à Física. Já o artigo A1 participa diretamente de ambos componentes. Salienta-se que todas as pesquisas descrevem a importância dessas duas ciências no meio educacional e a potencialidade que elas promovem quando intermediadas pela Modelagem Matemática para o ensino e aprendizagem. Contudo, o componente curricular que apareceu com maior frequência foi o de Física, sendo este pertinente à presente investigação, enquanto a escolha dos artigos de Matemática foi devido às ferramentas fundamentais que eles contêm, sendo essenciais para o estudo da ciência natural de Física.

4.2.2 Conteúdo

Conforme a análise dos artigos selecionados, no ponto “conteúdo”, foram geradas as informações que estão representadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Conteúdo dos artigos selecionados

Conteúdo	Artigos
Função Afim, Função Quadrática, Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Retilíneo Uniforme Uniformemente Variado e Lançamento Oblíquo	A1
Eletricidade	A2
Função Tangente	A3
Lei do Resfriamento de Newton	A4
Letramento científico em Física	A5
Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)	A6

Geometria Espacial	A7
Lançamento Oblíquo	A8

Fonte: De autoria própria (2023).

Com as informações apresentadas no Quadro 3, é possível visualizar que os artigos A2, A4, A5, A6 e A8, de fato, remetem aos conteúdos de Ensino de Física, enquanto os A3 e A7, de fato, estão relacionados ao conteúdo de Ensino de Matemática. O A1 enfatizou tanto o conteúdo de Matemática como de Física. Destacam-se, para essa pesquisa, os artigos A1 e A8, pois contém “lançamento oblíquo”, conteúdo diretamente direcionado ao objetivo desta pesquisa.

4.2.3 Nível de ensino

Com base na análise dos artigos selecionados, no ponto “nível de ensino”, computou-se as informações que estão representadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Nível de ensino dos artigos selecionados

Nível de ensino	Artigos
Médio	A1, A2, A3, A4
Superior	A5, A6, A7, A8

Fonte: De autoria própria (2023).

Com base no Quadro 4, observou-se que, dos artigos selecionados, A1, A2, A3 e A4 tratam de temas relacionados ao Ensino Médio e os artigos A5, A6, A7 e A8 estão relacionados ao Ensino Superior.

Além disso, essas pesquisas trabalharam de forma cuidadosa cada nível, mostrando a diferença do método de estudo entre o Médio e Superior, porém, enfatizando que é possível trabalhar nesses dois níveis, fazendo o uso da tecnologia digital ligada às novas metodologias.

4.2.4 Instrumento tecnológico digital

Conforme a análise feita nos artigos selecionados, no ponto “instrumento tecnológico digital”, obteve-se as informações representadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Instrumento tecnológico digital dos artigos selecionados

Instrumento tecnológico digital	Artigos
Não se aplica	A2, A3, A5
Software Excel	A1
Software GeoGebra	A4, A7
Software Modellus	A6

Simulador “Movimento de Projétil” da plataforma PhET	A8
--	----

Fonte: De autoria própria (2023).

O Quadro 5 destaca as principais tecnologias digitais utilizadas na aplicação das pesquisas. No entanto, observa-se que os artigos A2, A3 e A5 não utilizaram ferramentas digitais em suas pesquisas. Já os A1, A4, A6, A7 e A8 utilizaram ferramentas digitais na aplicação de Modelagem Matemática.

Dos trabalhos selecionados, os artigos A4 e A7 foram os que utilizam a ferramenta do Software GeoGebra. O artigo A4 utilizou o GeoGebra no ensino da Lei do resfriamento de Newton e o A7 no ensino de Geometria Espacial.

4.2.5 Teoria utilizada na aplicação

Conforme a análise realizada nos artigos selecionados, no ponto “Teoria utilizada na aplicação”, as informações encontram-se no Quadro 5.

Quadro 6 - Teoria utilizada na aplicação dos artigos selecionados

Teoria	Artigos
Modelagem Matemática com base em Malheiros (2008), Ripardo, Oliveira e Silva (2009), Bassanezi (2002)	A1
Modelagem Matemática com base em Soares (2012)	A2
Teoria da Aprendizagem Significativa descrita por Ausubel (1980)	A3
Modelagem Matemática segundo Biembengut e Hein (2007); Bassanezi (2002)	A4
O ciclo de modelagem de Hestenes segundo Hestenes (2006)	A5
Modelagem computacional segundo Neide e Quartieri (2016)	A6
Teorias das Situações Didáticas descritas por Brousseau (1986)	A7
Sequências didáticas descritas por Noverraz e Scheuwly (2004); Ugalde e Roweder (2020)	A8

Fonte: De autoria própria (2023).

A partir das informações apresentadas no Quadro 6, percebe-se que os artigos A1, A2, A4, A5 e A6 trouxeram, de forma implícita, teorias próprias da Modelagem Matemática para reger o método de aplicação. Já os artigos A3, A7 e A8 utilizaram a Modelagem Matemática para os procedimentos metodológicos, porém, embasados em outras teorias.

4.3 Síntese e discussões dos artigos

Os termos, neste subtópico, contemplam a terceira etapa da ATD por meio da construção de “metatextos” sintetizados, complementando os pontos categorizados, com respeito aos artigos selecionados, relacionando-os com o tema desta investigação.

O artigo A1 mostra que Ninow e Kaiber (2016) desenvolveram um projeto sobre o “Lançamento de Projéteis” com um grupo de quatro estudantes do Ensino Médio do Colégio Estadual Farroupilha, em Farroupilha/RS. Investigou-se a construção de projetos de trabalho que foram integrados em estratégias distintas, procedimentos e recursos e a aprendizagem de Matemática e Física. A investigação utilizou ferramentas derivadas da Modelagem Matemática, a saber: as Tecnologias Digitais, bem como o *software* Excel para construir, modelar e analisar o estudo em questão. Concluiu-se que os estudantes se tornaram mais atuantes, participativos e comprometidos.

Da mesma forma, Costa e Allevalo (2021) utilizaram Modelagem Matemática com o uso de ferramenta digital, neste caso, o GeoGebra, para os estudos de funções trigonométricas com estudantes do 2º ano do Ensino Médio. Em consonância com o A1, o resultado também foi positivo, pois concluíram que a junção da Modelagem Matemática e a Tecnologia digital foi facilitadora para a aprendizagem de um novo conceito sobre funções trigonométricas por parte dos estudantes.

Com relação ao A2, descrito por Soares (2016), a autora apresenta e discute as vantagens obtidas por meio das atividades de Modelagem Matemática sobre a energia elétrica, com ênfase na aprendizagem do conteúdo de eletricidade no ensino de Física. Para a realização dessas atividades, foram utilizados materiais impressos. Essa pesquisa foi realizada com estudantes do 1º ano do Ensino Médio e do 1º ano do Ensino Médio Técnico do Curso Integrado de Agropecuária, do estado do Paraná. Concluiu-se que as atividades desenvolvidas de Modelagem propiciaram contribuições aos sujeitos em termos sociais, ambientais, financeiros e conceitos estudados e pesquisados, pois eles evidenciaram a relevância do uso racional da energia elétrica e seu uso consciente cotidianamente.

Assim como Silva, Felício e Ferreira (2021) utilizaram problemas contextualizados por meio da Modelagem Matemática com o uso de sequências didáticas para o estudo do conteúdo de função quadrática. Nesta pesquisa, os estudantes elaboraram modelos matemáticos, o que proporcionou aos discentes uma melhor fixação do conteúdo de função quadrática, além disso, contribuiu para que se tornassem cidadãos críticos e atuantes. Também, Ferreira *et al.* (2020) aplicaram a modelagem matemática por meio de problemas contextualizados para o estudo de funções do primeiro grau, analisando contas de água e energia elétrica em uma escola pública, resultando em contribuições significativas para aprendizado dos estudantes. Com isso, apesar do artigo A2 não ter

utilizado ferramenta digital, fez o uso de Modelagem Matemática, assim como Silva, Felício e Ferreira (2021) e Ferreira *et al.* (2020), sendo que todos obtiveram resultados positivos na utilização de Modelagem Matemática em suas pesquisas.

Com respeito ao A3, elaborado por Costa e Almeida (2017), foi apresentada uma sequência didática aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio, com a intenção de possibilitar que os estudantes, a partir de dados adquiridos pelo comprimento da sombra de uma haste ao longo do dia em relação à posição do sol, sistematizassem uma função periódica: a função tangente. Destacaram que a Modelagem Matemática pode ser entendida como uma boa estratégia de aprendizagem, uma vez que apresenta os conceitos matemáticos a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, compreendendo-se que é um elemento importante para a teoria da aprendizagem significativa. Além disso, apresentou-se a Modelagem Matemática vinculada à sequência didática, auxiliando na organização dos conhecimentos preliminares, ou seja, o aluno, mediante as informações prévias, foi orientado à análise e, com o resultado, realizou a construção de um novo conhecimento. Concluiu-se que, nesta pesquisa, os estudantes tiveram um aprendizado significativo sobre funções trigonométricas com ênfase na função tangente.

Assim como Santana e Gonzalez (2019), que utilizaram em sua pesquisa a Modelagem Matemática para o estudo da função exponencial, tendo como participantes uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no estado do Paraná, em Curitiba, os estudantes puderam observar diferentes formas de estudar função exponencial por meio de distintas aplicações, mostrando-lhes a aplicabilidade da Matemática. Na parte final, os estudantes foram convidados a responder a um questionário. Como resultado das análises desses questionários, obtiveram-se respostas positivas acerca dos estudos realizados. Concluiu-se, com base nos relatos dos estudantes, que a Modelagem Matemática utilizada de maneira correta é uma ferramenta eficaz para a compreensão de função exponencial. Com isso, percebeu-se que tanto Santana e Gonzalez (2019) quanto o artigo A3 utilizaram, em sua pesquisa, como ferramenta principal, um dos assuntos do tema desta pesquisa: a Modelagem Matemática, obtendo resultados positivos.

No que se refere ao A4, escrito por Martins, Doering e Bartz (2017), os autores abordaram a discussão da Lei de Resfriamento de Newton. O objetivo foi de que os estudantes desenvolvessem modelos que nunca tinham sido produzidos, com alto grau de

dificuldade, recorrente do nível elevado de conhecimento matemático exigido, utilizando a Modelagem Matemática e auxiliados pelo Software GeoGebra. Este estudo foi apresentado como proposta de uma atividade experimental no 1º ano do Ensino Médio, onde foi abordado o ensino de funções para a compreensão da Lei de Resfriamento de Newton. Os autores concluíram que o pensamento relacionado à Modelagem Matemática, com o uso do Software GeoGebra como ferramenta facilitadora para o ensino, promoveu nos estudantes conhecimentos além do esperado, pois o interesse pela “arte de modelar” influenciou significativamente sua criatividade e aprendizado.

Braga e Souza (2019) realizaram o estudo sobre funções trigonométricas utilizando um boneco trapezista (objeto cultural do estado do Pará), com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada na cidade de Castanhal, no estado do Pará. Para análise dos resultados, utilizaram o GeoGebra no processo de Modelagem Matemática. Concluíram que, ao utilizar o GeoGebra, permitiu-se que os estudantes visualizassem todas as oscilações gráficas, contribuindo para o entendimento do conteúdo e para uma aula dinâmica, possibilitando uma aprendizagem significativa. Além disso, Costa e Allevalo (2021) também empregaram a Modelagem Matemática com uso do GeoGebra, obtendo resultados positivos em suas pesquisas. Com isso, tanto o estudo de Braga e Souza (2019) quanto o de Costa e Allevalo (2021) abordaram o tema da Modelagem Matemática e o uso GeoGebra, obtendo resultados positivos, fortalecendo positivamente o A4, que também utilizou essas duas ferramentas, com resultados positivos.

No que diz respeito ao A5, elaborado por Souza e Santo (2019), a pesquisa trabalhou o letramento científico no cenário amazônico no Ensino de Física com professores de Ciências da cidade de Almeirim, localizada no estado Pará. Nesta pesquisa, foi analisada a Modelagem Matemática como produtora de competências fundamentais na formação de pessoas letradas cientificamente no Ensino de Física no contexto amazônico. Os resultados mostraram que a Modelagem Matemática pode trazer benefícios ao letramento científico para o estudo contextualizado da Física na Amazônia, pois contribui para o desenvolvimento de competências para distinguir questões que podem ser pesquisadas cientificamente, ou seja, possibilita avaliar um dado problema científico de forma aprofundada, com ênfase na aprendizagem.

Da mesma forma, Sousa (2018) realizou uma pesquisa com estudantes do Curso de Licenciatura Plena em Física do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sertão

Pernambucano, Campus da Serra Talhada/PE, onde promoveu “uma reflexão sobre a viabilidade da inserção da Modelagem Matemática no contexto educacional de ensino e aprendizado da Física no Ensino Médio” (Sousa, 2018, p.1). Este estudo ocorreu por meio de um experimento sobre a Lei de Ohm e uma aplicação deste assunto em conjunto com a dissipação de energia em fios condutores da rede de eletricidade do município de Tavares, no estado da Paraíba. Concluiu-se que, de fato, a Modelagem Matemática pode contribuir para o estudo e aprendizado de Física. Com isso, observa-se que o artigo A5 e Sousa (2018) utilizaram a Modelagem Matemática na compreensão do Ensino de Física, com resultados positivos.

No que diz respeito ao artigo A6, descrito por Neide *et al.* (2019), foi realizado um estudo sobre o uso da Modelagem computacional, por meio do *software* Modellus, para um curso de formação continuada de professores da Educação Básica, com 22 docentes nas áreas de Física, Matemática e Ciências Exatas. O desenvolvimento das atividades utilizando o *software* deu-se pelo conteúdo de Física, a Cinemática, com ênfase no Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Após a aplicação e análise dos dados, obtiveram-se três resultados, sendo dois positivos e um negativo. Com relação aos resultados positivos: I) a troca de experiências entre os professores, incentivando o uso de recursos tecnológicos digitais; II) os docentes utilizaram o Modellus para realizar as atividades, identificando fatores benéficos, como motivação e compreensão dos conceitos; III) tiveram dificuldades técnicas, principalmente devido à lentidão da internet e à falta de equipamentos.

Assim como Silva, Silva e Madruga (2019) analisaram “as possibilidades existentes no *software* Modellus no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no tocante à aprendizagem da Função Quadrática” (Silva; Silva; Madruga, 2019, p. 796). Esta pesquisa foi realizada com 30 estudantes do 1º ano do Ensino Médio integrado ao técnico do Instituto Federal da Bahia localizado no município de Vitória da Conquista, onde os estudantes elaboraram e analisaram seu próprio modelo matemático. Com isso, após a análise das atividades desenvolvidas pelos estudantes, evidenciou-se que o uso do *Software* Modellus auxiliou na visualização da simulação dos modelos, na interpretação e averiguação dos resultados pelos estudantes. Por fim, percebeu-se que o artigo A6 e Silva, Silva e Madruga (2019) usaram as mesmas tecnologias digitais e a Modelagem Matemática, porém tiveram conclusões positivas, apesar de tratarem de componentes curriculares diferentes.

Com relação ao artigo A7, conforme Sousa, Alves e Fontenele (2020), neste artigo foi trabalhada uma proposta didática em relação aos aspectos teórico-metodológicos sobre uma pesquisa de pós-graduação, que estava em andamento. Apresentou-se a Teoria das Situações Didáticas, foram enfatizadas as contribuições de atividades sobre o ensino de Matemática acerca de Geometria Espacial, direcionado ao conteúdo de Volumes, aplicado no Exame Nacional do Ensino Médio, com o uso do *Software* GeoGebra para o desenvolvimento de modelos matemáticos. Com isso, destacou-se que o uso do *Software* GeoGebra, aliado à Modelagem Matemática, trouxe melhoria na compreensão dos problemas matemáticos, pois essas duas ferramentas favoreceram a visualização e a compreensão dos estudantes, fatores que são essenciais para a resolução de problemas.

Menezes (2023) apresentou uma proposta explorando uma situação-problema acerca da Modelagem Matemática com o uso do GeoGebra, enfatizando o Ensino de Geometria de forma contextualizada na construção de um *playground* geométrico. A atividade pode ser desenvolvida com estudantes do Ensino Fundamental e Médio. Por meio de toda a construção teórica colocada, provou-se que “essas abordagens capacitam os alunos a se tornarem solucionadores de problemas, explorando conceitos matemáticos em contextos do mundo real” (Menezes, 2023, p. 132). Por fim, tanto o artigo A7 quanto Menezes (2023) em sua proposta utilizaram a Modelagem Matemática e o GeoGebra, e tiveram resultados positivos, ou seja, o uso da tecnologia digital ligada a uma boa ferramenta metodológica proporciona um grande aprendizado.

Com respeito ao artigo A8, conforme Labor e Oliveira (2022), foi realizada uma investigação com 12 participantes do PIBID do curso de licenciatura em Ciências: Matemática e Física da Universidade Federal do Amazonas, localizada ao sul do estado do Amazonas, através da qual estudou-se o Movimento Oblíquo por meio de sequências didáticas utilizando um simulador da plataforma PhET. Isso resultou em contribuições significativas na aprendizagem dos discentes.

Souza (2020) também trabalhou o conteúdo “Lançamento Oblíquo” na rede pública de ensino do Estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Osório, com 25 estudantes do 1º ano do Ensino Médio. Estudou-se o Lançamento Oblíquo por meio da experimentação, construindo réplicas de armas medievais. Isso resultou em contribuições plausíveis para os estudantes. Conclui-se que o A8 tem um aporte digital que auxiliou nos resultados de forma positiva, enquanto Souza (2020) também obteve resultados positivos, mesmo não utilizando

ferramenta digital; além disso, promoveu, de forma didática, o aprendizado do Movimento Oblíquo.

5. Considerações finais

Considerando-se os critérios elencados nesta pesquisa, foi possível observar que, ainda que o enfoque da busca tratasse de temas relacionados ao ensino de Física, 3 dos 8 artigos trouxeram o ensino da Matemática em seu componente curricular. Esta relação faz sentido uma vez que o ensino de Física está intimamente ligado ao ensino de Matemática. Porém, ressalta-se a importância por mais pesquisas com foco na investigação de métodos de ensino, abordagens pedagógicas e estratégias para o ensino de Física em si.

Quanto ao tema “movimento oblíquo”, apenas dois artigos encontrados lidavam diretamente com este assunto específico da pesquisa. Além disso, apenas um artigo utilizou o tema como assunto principal da pesquisa, enquanto o segundo artigo considerou o tema “movimento oblíquo” em conjunto com outros temas da área do ensino de Física. Este resultado demonstra uma possível lacuna desse tópico específico no contexto do ensino de Física.

Observa-se que, para o nível do ensino considerado nas pesquisas, quatro dos artigos fizeram aplicações no Ensino Médio enquanto os outros quatro fizeram aplicações no Ensino Superior. Isto demonstra que, nas pesquisas selecionadas, há uma preocupação de maneira uniformemente distribuída quanto aos diferentes níveis de ensino. Nota-se que o ensino de Física não está presente no Ensino Fundamental, bem como não houve pesquisas relacionadas a este nível de ensino. No entanto, a introdução precoce de conceitos de Física nos estágios iniciais da educação pode ser considerada uma área de interesse para futuras pesquisas.

Quanto ao uso de tecnologias digitais, três artigos não aludiram o uso destas tecnologias, enquanto os demais fizeram uso de diferentes *softwares*, dentre os quais, dois utilizaram o GeoGebra, enfoque desta pesquisa. Condizente com o número de artigos selecionados, o GeoGebra apresenta-se como uma escolha popular para a exploração de tópicos relacionados ao ensino de Física.

Coerente com os critérios e objetivos desta pesquisa, todos os trabalhos abordaram a temática da Modelagem Matemática de modo direto ou indireto. Além da Modelagem Matemática, outras teorias de aplicação foram observadas de modo concomitante. Essas teorias incluem a Teoria da Aprendizagem Significativa, o Ciclo de Modelagem de Hestenes, a

Modelagem Computacional e a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau. Essa variedade de abordagens teóricas sugere uma abordagem holística e multifacetada no desenvolvimento de estratégias de ensino e aprendizagem no contexto do ensino de Física.

Referências

- ALMEIDA, Francisco Fabio Monteiro de. **Lançamento Oblíquo: Uma Abordagem Matemática**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2016.
- ANGOTTI, José André Peres. **Metodologia e Prática de Ensino de Física**. 1. ed. Santa Catarina: LANTEC-CED-UFSC, 2015.
- BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem matemática na sala de aula. In: Encontro de Educação Matemática, VIII., 2004, Pernambuco. **Anais [...]** Pernambuco: Faculdades Jorge Amado, Salvador, p. 1 – 10, 2010.
- BRAGA, Roberta Modesto. Atividade de modelagem matemática com o uso do Geogebra para o ensino de curva senoidal. **Rematec**. Belém, v. 15, n. 35, p. 63-78, Ago./Nov., 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- BONFIM, Danúbia Damiana Santos; NASCIMENTO, William Júnior do. Os três momentos pedagógicos no ensino de Física: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino & Pesquisa**. União da Vitória, v. 16, n. 3, p. 138-155, Jul./Set., 2018.
- BISOGNIN, Eleni; BISOGNIN, Vanilde. Modelagem Matemática: uma análise do conhecimento matemático para o ensino. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. Cruzeiro do Sul, v. 12, n. 2, p. 1-19, Jan./Mar., 2021.
- BRAGA, Roberta Modesto; SOUZA, Amanda Maia. Boneco Trapezista: Trigonometria via Modelagem Matemática com o auxílio do Geogebra. **Revista Cocar**. Peixe-Boi, v. 13, n. 27, p.637-659, Set./Dez., 2019.
- CAPES. **Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**. Grupo de Pesquisa de Extensão em Recursos Computacionais no Ensino de Matemática. Disponível em: < [www-periodicos-capes.gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/sobre/quem-somos.html](http://www-periodicos-capes.gov.br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/sobre/quem-somos.html)>. Acesso em: 23 out. 2023.
- COSTA, Felipe; ALMEIDA, Marcio. Função tangente: desenvolvendo esse tipo de função com a modelagem matemática. **Horizontes - Revista de Educação**. Dourados, v. 5, n. 10, p. 114-130, Jul./Dez., 2017.
- COSTA, Felipe de Almeida; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. O ensino das funções trigonométricas através da resolução de problemas com o uso do geogebra. **Tangram - Revista de Educação Matemática**. Dourados, v. 4, n. 4, , p. 92-113, Jul./Dez., 2021.

FERREIRA, Francisco Lopes et al. Modelagem matemática no ensino fundamental: estudo de funções 1º grau analisando contas de água e energia elétrica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**. Passo Fundo, v. 3, n. 3, p. 890-915, Jul./Nov., 2020.

GARCIA, Fernanda dos Santos; MÜLLER, Thaísa Jacintho; LARA, Isabel Cristina Machado de. O uso de software para o ensino de Matemática no Ensino Médio: um mapeamento de produções brasileiras. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. Cruzeiro do Sul v. 12, n. 1, p. 1-17, Jan./Mar, 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO GEOGEBRA. **Grupo de Pesquisa de Extensão em Recursos Computacionais no Ensino de Matemática**. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/institutogeogebra/>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

LABOR, Otávio Paulino; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. Sequência didática no ensino de lançamento oblíquo com auxílio de simulador da plataforma PhET. **Revista Educar Mais**. Pelotas, v. 6, n. 4, p. 515-522, Jan./Dez., 2022.

MARTINS, Mariel. **Estudo do Lançamento Oblíquo utilizando réplicas de armas medievais**. 2019. 34f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Morão, PA, 2019.

MARTINS, Tiago; DOERING, Luiza; BARTZ, Mauro. Utilização do GeoGebra na resolução de problemas físicos: uma possibilidade para a modelagem matemática na educação básica. **Revista Thema**. Pelotas, v. 14, n. 2, p. 225-235, Jun./Mai., 2017.

MENEZES, Rhômulo Oliveira. Modelagem Matemática no Ensino de Geometria: uma situação-problema utilizando o Geogebra. **Revista do Instituto Geogebra Internacional de São Paulo**. São Paulo, v. 12, n. 3, nov-nov, 2023, p. 123-132.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise Textual Discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência e Educação**. Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 117-128, Fev./Abr., 2006.

NEIDE, Italo Gabriel; MAMAN, Andréia Spessatto; DULLIUS, Maria Madalena; BERGMANN, Adriana Belmonte; QUARTIERI, Marli Teresinha. Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Lajeado, v. 36, n. 2, p. 567-588, Abr./Ago., 2019.

NINOW, Valmir; KAIBER, Carmen Teresa. O projeto “Lançamento de Projéteis”: uma perspectiva para o ensino e aprendizagem da matemática no ensino médio. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**. Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 300-317, Mar./Mar., 2016.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RICHT, Andriceli. **Formação de Professores de Matemática da Educação Superior e as Tecnologias Digitais**: Aspectos do conhecimento revelados no contexto de uma

comunidade de prática *online*. 2015. 286 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2015.

SANTANA, Hesrron Crysthoffer Porto; GONZALEZ, Pedro Luiz. Modelagem matemática como metodologia para o processo de aprendizagem de função exponencial. **Actio: Docência em Ciências**. Curitiba, v. 1, n. 1, p. 1-10, Jun./Out., 2019.

SANTOS, Jonata Souza dos; HOMA, Agostinho Iaqchan Ryokiti. Trigonometria para o ensino fundamental e médio com a utilização das tecnologias digitais. **REMATEC**. Belém, v. 13, n. 28, p.115-126, Mai./Ago., 2018.

SILVA, Silvana Costa; SILVA, Flaviana dos Santos; MADRUGA, Zulma Elizabete de Freitas. Software Modellus e Modelagem Matemática: um estudo sobre a aprendizagem de função quadrática. **Revista Thema**. Pelotas, v. 16, n. 4, p. 795-809, Jan. 2019.

SILVA, Lorena Gondim; FELICIO, Cinthia Maria; FERREIRA, Julio Cesar. MODELAGEM MATEMÁTICA. **Ensino da Matemática em Debate**. São Paulo, v. 8, n. 2, p. 138-156, Out., 2021.

SILVA, Thales Pessoa de Souza; COSTA, Claudilene Gomes da. UMA INVESTIGAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS NO ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO DE MATEMÁTICA. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**. v. 6, n. 16, p. 91-103, Abr., 2019.

SOARES, Maria Rosana. Modelagem Matemática na sala de aula: uma abordagem interdisciplinar no ensino de Física. **Revista Dynamis**. Blumenau, v. 22, n. 2, p. 79-103, Dez., 2016.

SOUSA, Maria Tháís Azevedo de; FONTENELE, Francisca Cláudia Fernandes Fontenele. O uso do GeoGebra nas aulas remotas: uma abordagem do conteúdo de função quadrática. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**. Acaraú, v. 8, n. 23, p. 752-767, Mai., 2021.

SOUZA, Cassiana Alves de. **Estudo do Lançamento Oblíquo utilizando réplicas de armas medievais**. 2020. 181f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus Litoral Norte, Tramandaí, RN, 2020.

SOUZA, Leandro Quaresma de. A modelagem matemática como metodologia inovadora para o ensino e aprendizagem de física. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, v. 119, n. 1, p. 1-16, Jan./Fev, 2018.

SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho de; SANTO, Adilson Oliveira do Espírito. Modelagem matemática e letramento científico no ensino de física. **Revista Exitus**. Santarém, v. 9, n. 4, p. 635-664, Mai./Out., 2019.

SOUZA, Rosalide Carvalho de; ALVES, Francisco Régis Vieira; FONTENELE, Francisca Cláudia Fernandes. Aspectos da teoria das situações didáticas (TSD) aplicada ao ensino de geometria espacial referente às questões do ENEM com amparo do software GeoGebra.

Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia. Florianópolis , v. 13, n. 2, p. 123-142, Nov., 2020.

VELEDA, Gabriele Granada; ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Diferentes caracterizações de modelagem matemática na educação matemática: Um estudo. In: IV **EPMEM – Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática**, 2010, Maringá. Anais [...] Maringá: UEL, p. 1-12, 2010.

Agradecimentos

Este trabalho contou com aporte financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos à Universidade Federal do Amazonas – UFAM, ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Humanidades – PPGECH.

Sobre os autores

Edem Cordeiro de Aguiar

Especialista em Metodologia de Ensino de Matemática e Física, pelo Centro Universitário FAVENI – UNIFAVENI. Graduado em Licenciatura Plena em Ciências: Matemática e Física pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Atualmente, é estudante de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Humanidades pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM. ORCID <https://orcid.org/0009-0004-3303-7552>, E-mail: edemcordeiromatfis@gmail.com

Elizabeth Tavares Pimentel

Doutora em Geofísica pelo Observatório Nacional – ON. Mestra em Geociências, área de concentração: Geologia Ambiental, pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Física pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Atualmente é Professora Associada da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, no Instituto de Educação Agricultura e Ambiente – IEAA, e atua como coordenadora e professora do Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Humanidades (PPGECH). ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2615-2956>, E-mail: elizabethpimentel@ufam.edu.br

Marcos André Braz Vaz

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Mestre em Estatística e Experimentação Agronômica pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. Especialista em Ensino de Estatística pela Universidade Franciscana – UFN e em Games e Gamificação da Educação pelo Centro Universitário Internacional UNINTER. Graduado em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Atualmente é professor do magistério superior da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9135-7763>, E-mail: braz.vaz@ufsc.br

Recebido em: 23/03/2024

Aceito para publicação em: 14 /04/2024