

A TRIGONOMETRIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES: UMA REVISÃO DA LITERATURA

TRIGONOMETRY IN INITIAL TEACHER EDUCATION: A LITERATURE REVIEW

Josevaldo de Almeida Lago¹

Vinícius Pazuch²

Resumo

A trigonometria é uma temática que merece estudos na formação inicial de professores de matemática. O objetivo deste estudo foi identificar e analisar abordagens teóricas e metodológicas em pesquisas sobre os conceitos trigonométricos na formação inicial de professores de matemática. É uma pesquisa bibliográfica que se utilizou da metodologia PRISMA, com base na seleção de 12 artigos que abordam a importância de explorar os conceitos trigonométricos durante a formação inicial de futuros professores de matemática. As abordagens teóricas Pensamento do professor e Mediação tecnológica se destacaram, e as abordagens metodológicas Modelagem teórica e Pesquisa cooperativa se sobressaíram, considerando os artigos selecionados. Os resultados indicam a necessidade de a formação inicial de professores ser pautada por aspectos da modelagem matemática, das tecnologias educacionais e dos recursos didático-pedagógicos.

Palavras-Chave: Pesquisa bibliográfica; metodologia PRISMA; tendências teóricas e metodológicas.

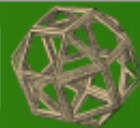
Abstract

Trigonometry is a topic that deserves studies in the initial training of mathematics teachers. The objective of this study was to identify and analyze theoretical and methodological approaches in research on trigonometric concepts in the initial education of mathematics teachers. This is a bibliographical research that was used by the PRISMA methodology, based on the selection of 12 articles that address the importance of exploring trigonometric concepts during the initial training of future mathematics teachers. The theoretical approaches Professor Thinking and Technological Media stand out, and the methodological approaches Theoretical Modeling and Cooperative Research stand out considering the selected articles. The results indicate the need for initial teacher training to be guided by aspects of mathematical modeling, educational technologies and two didactic-pedagogical resources.

Keywords: Bibliographic research; PRISMA methodology; theoretical and methodological trends.

¹ Mestre em Ensino e História das Ciências e da Matemática. Universidade Federal do ABC. <https://orcid.org/0009-0001-7830-3058>, josevaldolago@gmail.com

² Doutor em Ensino de Ciências e Matemática. Professor do Centro de Matemática, Computação e Cognição da Universidade Federal do ABC. <https://orcid.org/0000-0001-6997-1110>, vinicius.pazuch@ufabc.edu.br



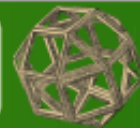
Introdução e justificativas

Dentre estudos desenvolvidos no contexto da pesquisa bibliográfica, aquele que trouxe contribuições e inspirou essa investigação, bem como o percurso metodológico deste artigo, foi o de Lima e Pazuch (2023). Os autores realizaram uma revisão sistemática de literatura para identificar aspectos teóricos e metodológicos presentes em pesquisas sobre o conceito de função na formação inicial de professores de matemática. A pesquisa analisou como tal conceito é abordado nesse contexto educacional, destacando as lacunas existentes e as possíveis intervenções que podem contribuir para aprimorar o conhecimento dos futuros docentes. Este artigo tem a mesma perspectiva, contudo, esta revisão de literatura tem como centralidade estudos sobre os conceitos trigonométricos.

Para tanto, faz-se necessário uma breve exploração do desenvolvimento histórico desse ramo da matemática e seus conceitos. Distinguem-se aqui duas nomenclaturas. Quando neste estudo for citada a palavra “trigonometria”, pretende-se explanar acerca desse tema como sendo um ramo da matemática. Por outro lado, quando utilizado o termo “conceitos trigonométricos”, pretende-se falar dos temas inseridos nesta área, como: relações trigonométricas seno, cosseno, tangente, soma de arcos, funções periódicas, entre outros.

A trigonometria é uma área da matemática, cujas origens remontam às tabelas de sombras do século XV a.C. e evoluiu para abranger o estudo das relações entre ângulos e lados de triângulos, bem como a análise das funções trigonométricas como seno, cosseno e tangente. O estabelecimento da trigonometria como uma disciplina ou área da matemática foi inicialmente explorado por Regiomontanus no século XV na Europa. A trigonometria não se restringe apenas ao cálculo de medidas em triângulos, mas também se expande para o estudo de funções periódicas e sua aplicação em diversas áreas da matemática e ciências afins, refletindo a evolução e a autonomia alcançadas por essa disciplina ao longo da história (Costa, 2003).

Compreender os conceitos trigonométricos é fundamental para desenvolver as habilidades cognitivas dos estudantes das Educação Básica, já que fornece uma estrutura para coordenar diferentes conceitos matemáticos. Além disso, os conceitos

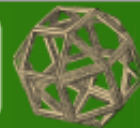


trigonométricos são como ferramentas essenciais para estudos em outras áreas como topografia, física, arquitetura e engenharia, demonstrando sua relevância em diversas disciplinas científicas (Nabie *et al.*, 2018).

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os conceitos trigonométricos estão localizados no campo da geometria. Esta orientação curricular sugere que o trabalho com estes conceitos permitam que os estudantes interpretem, construam modelos e resolvam problemas em múltiplos contextos. Além de compreender e utilizar diferentes registros de representação geométricos, os conceitos trigonométricos podem contribuir para solucionar e apresentar a solução para uma diversidade de problemas, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio matemático (Brasil, 2018).

A formação sólida em trigonometria prepara os estudantes para futuros estudos matemáticos e fornece subsídios práticos para lidar com os problemas do cotidiano. Pereira e Oliveira (2021) e Nabie *et al.* (2018) destacam a importância de uma abordagem contextualizada do ensino da trigonometria, integrando situações do mundo real ou fenômenos experimentais para tornar os conceitos mais significativos para os estudantes. Contudo, o ensino da trigonometria depende não apenas do currículo e dos recursos disponíveis, mas também da qualificação/formação dos professores responsáveis pelo processo de ensino dos conceitos de trigonométricos. Por esse aspecto, a formação inicial de professores de matemática é parte fundamental e estruturante neste processo.

Visando lançar luz sobre os aspectos teóricos e metodológicos que permeiam a formação inicial de professores de matemática, especialmente, a respeito do que diz a literatura especializada sobre a formação inicial de professores, com ênfase na exploração do ensino de trigonometria, será apresentada esta revisão de literatura. O artigo teve como objetivo identificar e analisar abordagens teóricas e metodológicas em pesquisas sobre os conceitos trigonométricos na formação inicial de professores de matemática. As questões que permeiarão essa investigação serão: como têm sido realizadas as pesquisas que têm como foco o ensino de trigonometria na formação inicial de professores? Quais os principais focos de investigação dessas pesquisas? Quais os principais instrumentos e estratégias na coleta de dados explorados nesses estudos? Quais são os principais resultados e conclusões desses estudos? Os estudos apresentam propostas de intervenção específicas para a formação inicial de professores?

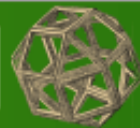


Aspectos teóricos e metodológicos

Esta pesquisa partiu das definições e das concepções sintetizadas em Barbosa (2018) quanto às abordagens teóricas e às metodológicas, ao contemplar um panorama das pesquisas em Educação Matemática.

Em relação às **abordagens teóricas**, Barbosa (2018) as sintetiza em: **Pensamento do professor** - trata da importância do conhecimento prévio e das crenças dos professores na prática de ensino da matemática. Considera que as ações dos professores são influenciadas por suas percepções, experiências e entendimentos sobre a disciplina, moldando suas práticas pedagógicas e escolhas de estratégias de ensino. **Mediação tecnológica** - envolve o papel das tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem da matemática. Explora como os recursos tecnológicos podem ser utilizados para promover a compreensão conceitual, a resolução de problemas e a interação dos alunos com os conteúdos matemáticos, ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem. **Abordagem contextual** - engloba o contexto social, cultural e institucional em que ocorrem o ensino e a aprendizagem da matemática. Ressalta a importância de compreender as influências do ambiente escolar, das interações sociais e das experiências dos alunos na construção do conhecimento matemático, promovendo uma abordagem mais contextualizada e significativa. **Abordagem pós-contextual** - vai além do contexto imediato e explora questões mais abstratas e interdisciplinares relacionadas ao ensino e à aprendizagem da matemática. Busca compreender as conexões entre diferentes áreas do conhecimento, as implicações éticas e políticas da prática educativa e as possibilidades de inovação e transformação no campo da Educação Matemática.

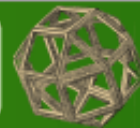
Em relação às **abordagens metodológicas**, Barbosa (2018), tomando como materiais de análise estudos relacionados à educação matemática, delimitou algumas abordagens. **Pesquisa naturalística** é uma investigação de situações naturais do dia a dia para descrevê-las ou problematizá-las sem a intenção de produzir modelos teóricos. O foco está na interpretação e na compreensão dos contextos e interações, sem a necessidade de generalizações ou conclusões definitivas. **Pesquisa de modelagem teórica** inclui coleta e análise de dados com o objetivo de desenvolver modelos teóricos que possam explicar fenômenos específicos. A ênfase está na proposição de hipóteses e na síntese de



conceitos e proposições relacionadas para fornecer uma compreensão mais aprofundada do objeto de estudo. **Pesquisa cooperativa** discorre sobre a participação dos indivíduos ou dos grupos na coleta e na produção de dados em um contexto em que a participação não é obrigatória, mas sim, voluntária. Essa abordagem valoriza a colaboração e a interação entre os participantes, visando construir conhecimento de forma conjunta. **Pesquisa narrativa** trata da compreensão dos fenômenos educacionais por meio de narrativas e histórias. Os pesquisadores buscam capturar as experiências e as perspectivas dos participantes, valendo-se de relatos pessoais para explorar significados e contextos mais profundos. **Pesquisa histórica** investiga eventos passados e contextos históricos relacionados à Educação Matemática. O objetivo é compreender a evolução e o impacto de práticas educacionais ao longo do tempo, analisando como determinados eventos influenciaram o cenário educacional atual. **Pesquisa bibliográfica** envolve a revisão e a análise crítica da literatura acerca de um determinado tema na Educação Matemática. Os pesquisadores exploram fontes bibliográficas para identificar tendências, lacunas no conhecimento e contribuições relevantes de estudos anteriores. Este artigo situa-se no contexto de uma pesquisa bibliográfica, especificamente, uma **revisão de literatura sistemática** “como sendo a identificação, avaliação e sintetização de todos os estudos relevantes delimitados, para que se possa responder às questões problematizadoras desse estudo” (Barbosa, 2018, p. 42).

Para explorar, sistematizar, analisar e inferir os elementos que compuseram os resultados dessa pesquisa, utilizou-se como método de investigação o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), metodologia que visa estabelecer parâmetros claros e sistematicamente elaborados de revisões sistemáticas e meta-análises para as mais distintas áreas acadêmicas. Pensado e elaborado por Moher *et al.* (2009), o PRISMA intenciona melhorar a transparência e a qualidade das revisões sistemáticas de literatura, pois fornece um roteiro para relatar os métodos utilizados no estudo, os resultados obtidos e as conclusões alcançadas.

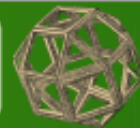
O roteiro proposto pelo PRISMA pretende tornar o *corpus* de análise do estudo padronizado, explícito e criterioso. Ele prevê o registro de todas as etapas do processo de revisão de forma transparente, desde a busca e a seleção dos estudos até a análise e a síntese dos resultados. Essas características o tornam um método reproduzível,



contribuindo para validar os estudos, permitindo que outros pesquisadores avaliem e repliquem o trabalho de maneira consistente. Moher *et al.* (2009) indicam que a adoção das diretrizes do PRISMA é fundamental para melhorar a qualidade da pesquisa em diversas áreas do conhecimento, facilitando a tomada de decisões baseadas em evidências e promovendo a confiança nos resultados obtidos.

Para explorar a problemática em questão, o estudo ancorou-se na metodologia PRISMA (Moher *et al.*, 2009), observando as seguintes etapas:

1. **Definição do Protocolo de Revisão:** essa etapa foi realizada com base no objetivo de pesquisa desse estudo, ou seja, identificar e analisar as principais tendências teóricas e metodológicas adotadas em pesquisas, exclusivamente, sobre conceitos de trigonometria na formação inicial de professores de matemática.
2. **Busca e Seleção de Estudos:** essa etapa foi realizada, utilizando as seguintes bases de dados: Google Acadêmico, *LatinDex*, Scielo, *Scopus* e *Web of Science*. Foram usados descritores relacionados à formação inicial de professores de matemática, guiados pela composição única ou relação entre os descritores “trigonometria”, “formação de professores” e “formação inicial”. Contudo, na base *LatinDex* não foi encontrado nenhum artigo a partir desses descritores, os quais foram posicionados para busca em todos os idiomas. Os critérios de exclusão dos artigos foram: não versar sobre o tema de investigação proposto pelos objetivos deste artigo, ou seja, aqueles que tratavam de formação continuada, ensino e aprendizagem de estudantes, ensaios teóricos e revisões bibliográficas, além daqueles que não pertenciam aos idiomas: inglês, espanhol ou português. Foram excluídos também estudos publicados em eventos, capítulos de livros, livros, ou textos que não se enquadrem exclusivamente em publicações em revistas científicas tendo, portanto, passado pelo processo de revisão por pares. O período determinado para as buscas foi delimitado entre as datas de janeiro de 2013 até dezembro de 2022, contemplando uma década de publicações. Na primeira seleção, aparecem todas as publicações, como capítulo de livro, artigos em congresso e artigos em revistas.
3. **Extração de Dados:** nessa etapa foi utilizado um modelo de fichamento de artigos, o qual extrai de forma sistemática e organizada as informações relevantes

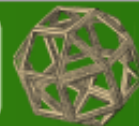


- dos estudos selecionados, como autor, ano de publicação, aporte teórico, metodologia utilizada, instrumentos de coletas de dados, principais resultados encontrados, entre outros aspectos importantes para a análise.
4. **Avaliação da Qualidade dos Estudos:** nessa etapa foram selecionados artigos publicados em revistas científicas da área da educação ou áreas correlatas, por terem passado pelo processo de revisão por pares. Para garantir a análise da qualidade será verificado se os artigos exploram especialmente temas como metodologia dos estudos incluídos na revisão, considerando fatores como viés de seleção, viés de medição e confiabilidade dos resultados.
 5. **Síntese e Análise dos Resultados:** por fim, nessa etapa foi feita uma síntese dos principais resultados dos estudos envolvidos, identificando padrões, tendências e discrepâncias nos resultados. Será feita uma metanálise para combinar e analisar os resultados dos estudos incluídos no *corpus* desta pesquisa.
 6. **Resultados:** serão seguidas as diretrizes do PRISMA para comunicar o processo de revisão, para inferir resultados.

Corpus

Após a segunda etapa, busca e seleção dos artigos, 12 artigos compuseram o material de análise. O nome dos artigos, seus autores e respectivos países - o *corpus* de análise - podem ser vistos na Tabela 1. As análises e as sínteses dos artigos seguem duas direções: vertical e horizontal, como proposto em Depaepe, Verschaffel e Kelchtermans (2013), adaptado por Gumiero e Pazuch (2024) e Lima e Pazuch (2023). Os dois últimos artigos citados utilizaram esse tipo de análise aplicado às pesquisas em Educação Matemática, semelhante ao que foi desenvolvido neste artigo.

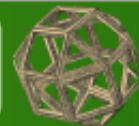
Análise vertical estabelece uma avaliação individual de cada artigo incluído no *corpus* de análise (Depaepe; Verschaffel; Kelchtermans, 2013). Nesta direção, cada artigo é resumido em um esquema de classificação que abrange as seguintes unidades de análise: objetivos, tendências teóricas e metodológicas, instrumentos de coleta de dados, e resultados e conclusões dos artigos.



Análise horizontal parte dos mesmos itens da análise vertical – objetivos, tendências teóricas e metodológicas, instrumentos de coleta de dados, e resultados e conclusões dos artigos. Nesta, os estudos são comparados para identificar as características, as similaridades e as diferenças que contribuem para responder às questões de pesquisa e alcançar os objetivos, como indicam Depaepe, Verschaffel e Kelchtermans (2013). É uma abordagem que permite uma visão ampla e comparativa dos estudos analisados.

Tabela 1: *Corpus* de análise da revisão sistemática de literatura

Título	Autores	País
A Transição das Razões para as Funções Trigonométricas	Galvão, Souza e Miashiro (2016)	Brasil
Práticas pedagógicas formação na licenciatura em matemática	Beltrão, Dantas, Gonzaga e Barbosa (2017)	Brasil
Trigonometric Concepts: Pre-Service Teachers' Perceptions and Knowledge	Nabie, Akayuure, Ibrahim-Bariham e Sofo (2018)	Gana
Teaching Resource for the Teaching of Geometry: Circular Trigonometric Geoplane	Velazco e Padrón (2019)	Equador
The Preparation of Secondary School Mathematics Teachers in South Africa: Prospective Teachers' Student Level Disciplinary Content Knowledge	Alex (2019)	África do Sul
Using Cases as a Means to Discuss Errors in Mathematics Teacher Education	Barkai (2021)	Israel
Novas configurações do laboratório de ensino de Trigonometria a partir da incorporação da tecnologia articulada a história da Matemática	Pereira, Batista e Oliveira (2021)	Brasil
O desenvolvimento dos Três Mundos da Matemática no estudo de Funções Trigonométricas com o GeoGebra	Costa, Vieira, Imafuku e Pereira (2021)	Brasil
O ambiente remoto como ferramenta promotora de práticas laboratoriais no ensino de trigonometria em cursos de licenciatura em matemática	Pereira e Oliveira (2021)	Brasil
Exploratory Case Study on Solving Word Problems Involving Triangles by Pre-Service Mathematics Teachers in a Regional University in Australia	Guo (2022)	Austrália
Prospective teachers representations in problem solving of special angle trigonometry functions based on the level of ability	Setiawan (2022)	Indonésia



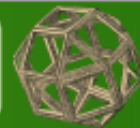
Construção de conhecimentos docentes para o ensino da Trigonometria: perspectivas e desafios na formação inicial	Sousa e Farias (2022)	Brasil
--	-----------------------	--------

Fonte: Dados da pesquisa

Esse estudo é uma revisão sistemática de literatura, pois tratou de um processo que organizou, analisou e sintetizou as principais obras existentes sobre um tema, viabilizando identificar tendências, lacunas e a construção de um referencial teórico para a pesquisa (Barbosa, 2018; Vosgerau; Romanowski, 2014). Para isso, utilizou-se uma metodologia que buscou identificar, avaliar e sintetizar de forma objetiva as evidências disponíveis sobre o tema, seguindo os seis critérios propostos pelo modelo PRISMA de Moher *et al.*, (2009), isto é, estudos sintetizados e investigados com base nas análises vertical e horizontal, propostas em Depaepe, Verschaffel e Kelchtermans (2013).

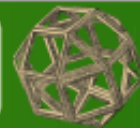
Análise vertical

O objetivo de Alex (2019) foi avaliar o conhecimento disciplinar dos futuros professores de matemática em tópicos específicos do currículo escolar, comparando seu desempenho com o de alunos matriculados. A pesquisa buscou entender o nível de conhecimento dos futuros professores em relação aos tópicos que devem ensinar e como esse conhecimento se compara ao dos alunos do ensino médio. Foi adotada uma abordagem quantitativa com um *design* de análise descritiva. A pesquisa tratou da importância do conhecimento de conteúdo para professores, mas não dos temas específicos de trigonometria, sendo que os dados foram coletados por meio de testes padronizados que consistiam em questões do Exame Nacional de Certificação (NSC) de Matemática, abrangendo tópicos como Matemática Financeira, Probabilidade, Manipulação de Dados, Geometria Analítica, Trigonometria e Geometria Euclidiana. O estudo foi realizado na África do Sul, especificamente, em uma universidade rural na província do Cabo Oriental, envolvendo 40 licenciandos em matemática, estudantes do curso de Educação em Matemática. Os resultados mostraram que os futuros professores apresentaram um desempenho insatisfatório, especialmente em Geometria Euclidiana e Trigonometria. As conclusões indicaram que esses professores não detêm o conhecimento necessário para ensinar efetivamente, evidenciando uma desconexão entre o currículo universitário e as necessidades da Educação Básica.



A pesquisa realizada por Barkai (2021) teve como objetivo analisar os erros cometidos por alunos do 11.º ano (equivalente ao Ensino Médio), ao resolver uma tarefa trigonométrica e como esses erros podem ser identificados e discutidos por professores em formação (PF). Os aspectos metodológicos se relacionaram à Modelagem Teórica, fundamentada em autores que discutem a importância da análise de erros e a construção de modelos teóricos para entender a aprendizagem matemática. O autor discorreu acerca da tensão entre representações geométricas e a resolução de problemas, e teorias contemporâneas sobre a proficiência no ensino de matemática, que enfatizam a importância de entender as dificuldades dos alunos. Os principais conceitos que envolvem trigonometria foram: razões trigonométricas, triângulos retângulos e Teorema de Pitágoras. Os dados foram coletados por meio da análise das soluções dos PF para a tarefa trigonométrica e suas respostas a perguntas sobre os erros identificados na discussão entre os alunos. O estudo foi realizado em Israel, envolvendo 23 licenciandos em pedagogia ou matemática em uma universidade local. Os resultados apontaram que a maioria dos PF conseguiu identificar os erros cometidos pelos alunos, como a omissão de soluções e a rejeição de respostas corretas. Pôde-se observar, ainda, a importância em discutir erros comuns em sala de aula e a necessidade de uma compreensão mais profunda dos conceitos trigonométricos.

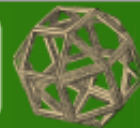
Beltrão *et al.* (2017) tiveram como objetivo refletir sobre a prática pedagógica na formação de professores de matemática, utilizando a modelagem matemática como ferramenta para desenvolver habilidades na resolução de problemas de trigonometria. A metodologia destacou a pesquisa-ação, com enfoque qualitativo e técnica de observação participante. Os principais conceitos trigonométricos abordados estão relacionados às razões e às relações trigonométricas, à medida de ângulos, entre outros. Os instrumentos utilizados na coleta de dados incluíram questionários com perguntas fechadas e abertas, além de um diário de campo para anotações das observações durante as atividades. O estudo foi realizado no Brasil, em Parintins/AM, por licenciandos em matemática da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), na disciplina de estágio supervisionado. O estudo foi realizado no âmbito de uma escola da região, em uma turma da 2.ª série do ensino médio, em que os licenciandos puderam estabelecer relações entre os conceitos teóricos e práticos na sala de aula. Os resultados indicaram que a modelagem matemática foi eficaz como recurso pedagógico, permitindo que os alunos aplicassem conceitos



trigonométricos em situações do cotidiano. A pesquisa concluiu que essa abordagem promoveu uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos e incentivou o pensamento crítico e a resolução de problemas.

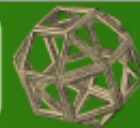
Em Costa *et al.*, (2021), o propósito foi investigar o desenvolvimento do conhecimento matemático dos licenciandos em matemática, ao utilizar o *software* GeoGebra para estudar funções trigonométricas, explorando as interações entre os três mundos da matemática: o mundo corporificado, o mundo simbólico e o mundo formal. A metodologia pautou-se na Modelagem Teórica, que discute a importância da tecnologia no ensino de matemática e a necessidade de uma abordagem que integre teoria e prática. O artigo se baseou especialmente no referencial teórico dos Três Mundos da Matemática, em que o conhecimento matemático se manifesta por meio de “três mundos”, o Conceitual Corporificado, o Operacional Simbólico e o Formal Axiomático, e que, na interação entre esses “mundos”, um sujeito pode construir e/ou ressignificar os conceitos e ideias matemáticas. Os principais conceitos trigonométricos abordados foram: funções trigonométricas seno e cosseno. Os instrumentos ou estratégias utilizadas na coleta de dados incluíram questionários avaliativos aplicados aos participantes após as atividades, além de discussões coletivas nas plataformas *Geogebra Classroom* e *Google Meet*, que permitiram a coleta de dados qualitativos sobre as percepções dos licenciandos. O estudo foi realizado no estado de São Paulo – Brasil, e contou com a participação de 11 licenciandos em matemática de uma universidade pública. Os resultados indicaram que os licenciandos conseguiram desenvolver uma compreensão mais profunda das funções trigonométricas e suas propriedades, ao utilizar o GeoGebra. As discussões e as atividades propostas ajudaram a esclarecer dúvidas e a formalizar conceitos, evidenciando o potencial do uso de tecnologias digitais no ensino de matemática. Os participantes expressaram interesse em aplicar as estratégias aprendidas em suas futuras práticas pedagógicas.

Galvão, Souza e Miashiro (2016) tiveram como objetivo verificar as contribuições de uma estratégia de ensino, que combina o contexto experimental com o contexto computacional, para a aprendizagem significativa dos principais conceitos presentes na transição das razões no triângulo retângulo para as funções trigonométricas. Os aspectos metodológicos e teóricos passaram pelas caracterizações da Teoria da Aprendizagem



Significativa. A pesquisa envolveu a criação de atividades introdutórias que ajudam na construção do conhecimento em trigonometria. O principal conceito explorado no artigo foi trigonometria, especificamente a transição dos conceitos de razões trigonométricas para funções trigonométricas. A pesquisa foi realizada no Brasil e teve como participantes nove alunos do terceiro trimestre de um curso de Licenciatura em Matemática em uma universidade particular em São Paulo. Esta pesquisa apontou como principais resultados que a aplicação da estratégia de ensino, combinando o contexto experimental com o contexto computacional, contribuiu para a aprendizagem significativa dos conceitos subsunções da trigonometria, incluindo medidas de ângulos em radianos, construção de tabelas trigonométricas e gráficos de funções periódicas.

Em Guo (2022), o objetivo do artigo foi investigar as dificuldades enfrentadas por futuros professores de matemática em áreas regionais, rurais e remotas, ao resolver problemas envolvendo triângulos e trigonometria, além de analisar as abordagens que esses estudantes utilizam para resolver tais problemas. Os aspectos teóricos e metodológicos foram estruturados a partir de um estudo de caso comparativo, apoiado por análises estatísticas simples. Os autores discutiram as dificuldades enfrentadas por estudantes em resolver problemas matemáticos complexos. Os aspectos teóricos abrangeram estudos que abordam a dificuldade de compreensão de conceitos trigonométricos e a aplicação de propriedades de triângulos. Os instrumentos utilizados na coleta de dados incluem a análise de respostas a problemas de palavras relacionados a triângulos, além de observações e, potencialmente, entrevistas, embora a participação em entrevistas tenha sido limitada devido a compromissos dos estudantes. O estudo foi realizado na Austrália, na Central Queensland University. Quarenta e cinco licenciados em matemática foram os participantes envolvidos na pesquisa. Os principais resultados indicaram que uma proporção significativa de estudantes não tentou resolver os problemas propostos, e aqueles que tentaram apresentaram um desempenho melhor em comparação com estudantes de áreas metropolitanas. O estudo mostrou que a dificuldade em resolver problemas envolvendo triângulos e trigonometria é usual entre os futuros professores de matemática, destacando a necessidade de abordagens pedagógicas mais eficazes para ensinar esses conceitos e apoiar melhor os estudantes em suas trajetórias de aprendizagem.



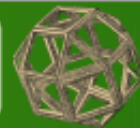
Em Nabie *et al.* (2018), o objetivo foi investigar as percepções e o conhecimento de conceitos trigonométricos de futuros professores em Gana, visando entender como eles veem o ensino da trigonometria e quais dificuldades enfrentam. A metodologia utilizada foi a pesquisa descritiva, que envolveu a exploração das percepções, conhecimentos e dificuldades dos futuros professores. Essa abordagem é fundamentada na importância das percepções na formação docente. As principais referências teóricas centraram-se na aprendizagem significativa e na construção do conhecimento, que discutem a importância de identificar o conhecimento prévio dos alunos e as dificuldades conceituais que eles enfrentam ao aprender trigonometria. Essas teorias sugerem que a compreensão dos conceitos matemáticos é influenciada pelas experiências anteriores dos alunos e suas percepções sobre a matemática. Os principais conceitos trigonométricos abordados foram: relações e razões trigonométricas e soma de arcos seno e cosseno. Os dados foram coletados através de questionários e testes que avaliaram o conhecimento conceitual dos participantes sobre trigonometria, além de análises descritivas das respostas. O estudo foi realizado em Gana, sendo que os participantes eram futuros professores, especificamente estudantes do segundo ano de cursos de formação de professores em ciências e matemática. Os resultados mostraram que muitos professores em estágio consideravam a trigonometria como abstrata e difícil e demonstravam um conhecimento conceitual limitado. Mais de 50% dos participantes não conseguiram construir uma estrutura mental adequada para resolver problemas básicos de trigonometria. O estudo concluiu que é essencial reformular as abordagens de ensino para promover uma compreensão mais profunda e significativa da trigonometria, enfatizando a necessidade de métodos pedagógicos que integrem a teoria com a prática.

O artigo de Pereira, Batista e Oliveira (2021) buscou discutir a importância da prática de Laboratório de Ensino de Trigonometria na formação de professores de matemática, enfatizando como essa prática pode facilitar a compreensão dos conceitos trigonométricos e sua aplicação em contextos reais. Os aspectos teóricos e metodológicos partem de uma perspectiva qualitativa, com enfoque em práticas pedagógicas. Na metodologia, houve a articulação entre a história e a Didática da Matemática, e outros que tratam da importância das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no ensino. Outro referencial teórico do artigo incluiu a BNCC e autores que discutem a formação de professores e a prática pedagógica. A BNCC foi mencionada como um guia



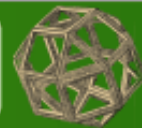
para articular os conteúdos de trigonometria com outras áreas do conhecimento, destacando a importância de integrar a teoria à prática. Os principais conceitos trigonométricos abordados foram: razões trigonométricas, função trigonométrica, triângulo retângulo e Teorema de Pitágoras. Os instrumentos utilizados na coleta de dados abrangeram a observação das práticas laboratoriais, a análise das interações dos alunos durante as atividades e a aplicação de questionários para avaliar a compreensão dos conceitos trigonométricos. O estudo foi realizado no estado do Ceará, Brasil. O artigo não especificou um número exato de participantes, mas mencionou serem alunos da licenciatura em Matemática da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Como eles estiveram envolvidos via modalidade remota, os experimentos, as atividades e os materiais foram adaptados para essa modalidade. Os resultados indicaram que as práticas laboratoriais contribuíram significativamente para a compreensão dos conceitos trigonométricos pelos alunos. A utilização de instrumentos concretos e tecnológicos facilitou a aprendizagem e permitiu que os alunos aplicassem os conhecimentos em situações práticas. O artigo apontou que a integração de práticas experimentais no ensino de trigonometria é essencial para formar professores, capazes de articular teoria e prática em suas futuras atuações na educação.

O estudo de Pereira e Oliveira (2021) visou investigar como a utilização do ambiente virtual, especificamente por meio do Google Meet e Zoom, impactava as práticas laboratoriais no ensino de trigonometria em cursos de Licenciatura em Matemática. A pesquisa pretendeu explorar como a adaptação das práticas laboratoriais para o ambiente remoto poderia enriquecer a formação de futuros professores de matemática, promovendo uma abordagem teórico-prática no processo de ensino e aprendizagem. Os aspectos metodológicos e teóricos passaram por uma perspectiva qualitativa, fundamentada na Sequência Fedathi, que propõe etapas de tomada de posição, maturação, solução e prova de sequências didáticas para desenvolver conhecimentos trigonométricos. O artigo também fez referência à BNCC e aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que orientam o uso de tecnologias digitais no ensino. A BNCC, por exemplo, não contempla uma unidade temática específica para trigonometria, mas os seus conteúdos estão inseridos em Geometria e Medidas, o que indica a necessidade de uma abordagem integrada. O principal tema explorado foi a trigonometria, especialmente os temas: razões, relações métricas e funções trigonométricas, círculo trigonométrico e



redução ao primeiro quadrante, com foco em estratégias para o ensino e aprendizagem desses conceitos. O estudo foi conduzido no Brasil, mais especificamente no Instituto Federal de Mato Grosso - *campus* Confresa. O número de participantes não foi especificado, mas são descritos como futuros professores envolvidos no curso de Licenciatura em Matemática. Os resultados apontaram para a relevância da adaptação das práticas laboratoriais para o ambiente virtual, a importância do uso de tecnologias educacionais no ensino de matemática e a necessidade de os futuros professores desenvolverem habilidades pedagógicas específicas para o ensino de conceitos matemáticos de forma significativa.

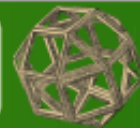
Na pesquisa de Setiawan (2022), o objetivo foi descrever as diversas representações utilizadas por estudantes na resolução de problemas relacionados ao valor das funções trigonométricas de ângulos especiais, com base nas categorias de habilidade dos alunos. Apesar de não conter uma questão delimitada, o artigo levantou problemáticas que buscam entender como as representações utilizadas pelos estudantes influenciam a resolução de problemas de trigonometria, considerando as diferentes habilidades dos alunos. Os aspectos metodológicos e teóricos tiveram contornos de uma pesquisa qualitativa descritiva com uma abordagem de estudo de caso. Esses aspectos são fundamentados em sistemas de representação interna e externa no aprendizado matemático, ao passo que abordam a importância das representações internas (como simbolização e linguagem natural) e externas (como notação matemática e diagramas) no processo de aprendizagem. Além disso, o autor destacou a eficácia das representações diagramáticas na resolução de problemas. Os dados foram coletados a partir dos resultados do trabalho dos participantes, que consistiam na resolução de questões relacionadas à determinação do valor de funções trigonométricas de ângulos especiais. Os participantes forneceram explicações escritas dos métodos dos quais se valeram para resolver essas questões. Além do mecanismo anterior foram utilizadas transcrições de entrevistas realizadas com os participantes, as quais foram conduzidas por meio da plataforma WhatsApp, com gravação de áudio para posterior transcrição palavra por palavra. O foco da pesquisa foi o domínio da trigonometria, especificamente em como os futuros professores lidam com problemas envolvendo ângulos especiais. A pesquisa foi realizada na Universitas Islam Malang, na Indonésia e contou com 82 futuros professores de matemática, categorizados em níveis de habilidade (baixo, médio e alto) na resolução



de problemas de trigonometria. Os resultados apontaram para a predominância de representações verbais em futuros professores com baixa habilidade, enquanto os de habilidade média e alta utilizam mais representações visuais. Além disso, o estudo ressaltou a importância de compreender as representações e estratégias dos futuros professores para melhorar os programas de formação em matemática.

Em Sousa e Farias (2022), a intenção foi investigar como os licenciandos em matemática constroem conhecimentos docentes para o ensino da trigonometria durante sua formação inicial. Os aspectos metodológicos e teóricos apontaram para uma abordagem qualitativa, fundamentada na Análise Textual Discursiva. Os autores discutiram a importância de conectar o ensino da matemática à realidade dos estudantes, e enfatizaram a necessidade de investigar e apropriar-se de diferentes formas de ensinar conteúdos matemáticos. No artigo não houve menção a temas específicos de trigonometria. Os dados foram coletados por meio de um questionário com 22 afirmativas em uma escala de Likert e entrevistas semiestruturadas com os participantes. O estudo foi realizado no Brasil, especificamente no estado do Amazonas, com 62 licenciandos em matemática de três instituições: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Os resultados apontaram que os licenciandos sentem a necessidade de mais práticas pedagógicas e situações reais de ensino da trigonometria. A pesquisa indicou haver uma insatisfação com a formação pedagógica recebida, sugerindo que as disciplinas precisariam ser mais integradas e práticas para melhor preparar os futuros professores.

Por fim, o artigo de Velazco e Padrón (2019) abordou a importância do conhecimento pedagógico do conteúdo na educação matemática, destacando a relevância do uso do Geoplano Circular Trigonométrico como recurso de ensino. A pesquisa investigou como a implementação do Geoplano Circular Trigonométrico pode contribuir para o ensino e aprendizagem de conceitos trigonometria como razões, relações métricas e funções trigonométricas e ângulos notáveis no triângulo retângulo em contextos educacionais. As características metodológicas e teóricas do artigo apontaram para uma pesquisa descritiva de campo, que discute a análise sistemática de problemas realistas e a elaboração de materiais educacionais, além da Teoria da Aprendizagem Significativa,



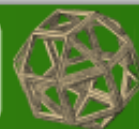
ênfatizando a importância de relacionar novos conhecimentos à estrutura cognitiva existente. Essa teoria fundamenta a necessidade de um aprendizado que seja relevante e significativo para os alunos. Esta pesquisa tratou de conceitos trigonométricos como trigonometria no triângulo retângulo, razões e relações trigonométricas fundamentais, ângulos notáveis e círculo trigonométrico. O estudo foi realizado na Universidade Tecnológica Israel, localizada no Equador. A pesquisa contou com a participação de 20 alunos e 3 professores que trabalham em diferentes níveis da instituição de ensino. Os principais resultados da pesquisa apontaram para a eficácia do Geoplano Circular Trigonométrico como uma ferramenta inovadora para promover a compreensão e o interesse dos alunos pela trigonometria, além de melhorar as atividades pedagógicas dos professores.

Análise horizontal

Nesta análise, tomamos como procedimentos de análise os estudos realizados por Gumiero e Pazuch (2024) e Lima e Pazuch (2023), considerando os mesmos itens da análise vertical: objetivos, tendências teóricas e metodológicas, instrumentos de produção de dados, e resultados e conclusões dos artigos. Aqui os estudos são comparados para identificar as características, as similaridades e as diferenças que contribuem para responder às questões de pesquisa e alcançar os objetivos. É uma abordagem que permite uma visão ampla e comparativa dos estudos analisados.

Objetivos

A partir de Lima e Pazuch (2023), foram constituídas quatro categorias de análise que deram suporte para a comparação entre os objetivos em que se debruçam os estudos analisados. **Impacto pedagógico** analisa o impacto das práticas pedagógicas adotadas no ensino de matemática, investigando como diferentes abordagens influenciam o processo de ensino e aprendizagem, bem como os resultados obtidos pelos alunos. **Compreensão dos conceitos matemáticos** foca na investigação acerca da compreensão dos conceitos matemáticos pelos alunos, investigando as estratégias de ensino utilizadas pelos professores para facilitar a aprendizagem e a aplicação dos conceitos matemáticos.

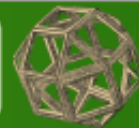


Integração tecnológica investiga a integração de tecnologia no ensino de matemática, explorando como as ferramentas digitais e recursos tecnológicos são utilizados para enriquecer as práticas de ensino, promover a resolução de problemas e facilitar a comunicação matemática. **Desenvolvimento profissional e avaliação de intervenções pedagógicas** combina o desenvolvimento profissional dos professores com a avaliação de intervenções pedagógicas, investigando como as práticas de formação e as intervenções específicas impactam o desenvolvimento profissional dos docentes e os resultados de aprendizagem dos alunos.

Tabela 2: Categorias de objetivos

Artigos	Impacto pedagógico	Compreensão dos conceitos matemáticos	Integração tecnológica	Desenvolvimento profissional e avaliação de intervenções
Alex (2019)				✓
Barkai (2021)	✓	✓		✓
Beltrão, Dantas, Gonzaga e Barbosa (2017)	✓	✓		
Costa, Vieira, Imafuku e Pereira (2021)		✓	✓	
Galvão, Souza e Miashiro (2016)	✓	✓	✓	
Guo (2022)	✓	✓		
Nabie, Akayuure, Ibrahim-Bariham e Sofo (2018)	✓	✓		
Pereira, Batista e Oliveira (2021)	✓	✓	✓	
Pereira e Oliveira (2021)	✓	✓	✓	
Setiawan (2022)	✓	✓		
Sousa e Farias (2022)	✓			✓
Velazco e Padrón (2019)	✓	✓		

Fonte: Os autores



Nessa categorização, notou-se que houve uma concentração significativa nas categorias relacionadas ao impacto pedagógico e à compreensão dos conceitos matemáticos respectivamente.

Tendências teóricas

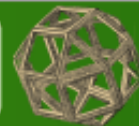
Um dos elementos estruturantes deste estudo está relacionado às tendências teóricas exploradas nas pesquisas. Para tanto, fez-se necessária uma definição, para qual se estabelecerá uma relação de análise comparativa estruturante, que relacionará a abordagem descrita no estudo com as concepções consideradas. Aqui foram estabelecidas quatro abordagens teóricas, definidas por Barbosa (2018).

Tabela 3: Tendências teóricas

Artigos	Pensamento do professor	Mediação tecnológica	Contextual	Pós-contextual
Alex (2019)	✓		✓	
Barkai (2021)	✓		✓	
Beltrão, Dantas, Gonzaga e Barbosa (2017)	✓		✓	
Costa, Vieira, Imafuku e Pereira (2021)	✓	✓	✓	
Galvão, Souza e Miashiro (2016)		✓	✓	
Guo (2022)	✓		✓	
Nabie, Akayuure, Ibrahim-Bariham e Sofo (2018)	✓		✓	
Pereira e Oliveira (2021)	✓	✓	✓	
Pereira, Batista e Oliveira (2021)		✓	✓	
Setiawan (2022)	✓		✓	
Sousa e Farias (2022)	✓		✓	
Velazco e Padrón (2019)	✓	✓	✓	

Fonte: Os autores

A maioria dos artigos apresentou tendências teóricas relacionadas às abordagens **Pensamento do professor** e **Contextual**. As abordagens **Mediação tecnológica** e **Contextual** também se mostraram efetivamente presentes. Em consonância com a **Análise vertical**, essas tendências foram observadas especialmente por se tratarem de estudos que buscaram investigar o professor de matemática em formação inicial, em



ambientes que, na maioria dos casos analisados, estavam em um contexto investigativo delimitado, em universidades ou em atividades acadêmicas no âmbito de um curso de graduação em licenciatura em matemática ou áreas correlatas (Tabela 3).

Tendências metodológicas

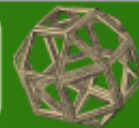
As abordagens metodológicas presentes nos estudos investigados foram classificadas, segundo Barbosa (2018), como se vê na Tabela 4.

Tabela 4: Tendências metodológicas

Artigos	Naturalística	Modelagem teórica	Cooperativa	Narrativa	Histórica	Bibliográfica
Alex (2019)	✓					
Barkai (2021)	✓		✓			
Beltrão, Dantas, Gonzaga e Barbosa (2017)	✓		✓			
Costa, Vieira, Imafuku e Pereira (2021)	✓		✓			
Galvão, Souza e Miashiro (2016)	✓		✓			
Guo (2022)	✓	✓				
Nabie, Akayuure, Ibrahim-Bariham e Sofo (2018)	✓	✓				
Pereira e Oliveira (2021)	✓		✓	✓		
Pereira, Batista e Oliveira (2021)	✓		✓			
Setiawan (2022)	✓	✓				
Sousa e Farias (2022)	✓		✓			
Velazco e Padrón (2019)	✓		✓			

Fonte: Os autores

Na Tabela 4, notou-se uma concentração ou composição da tendência metodológica relacionada principalmente às abordagens de **Naturalística** e **Cooperativa**, ainda que alguns estudos tenham sido desenvolvidos a partir da abordagem **Modelagem teórica** e **narrativa**. É natural que não apareçam elementos metodológicos relacionados à **Pesquisa bibliográfica**, visto que, nesse estudo, não foram selecionados artigos deste tipo de pesquisa. Salienta-se que não se buscou a investigação temporal comparativa de



conceitos matemáticos, ou elementos estruturantes históricos de problemáticas relacionadas à **Pesquisa histórica**.

Instrumentos de Produção de Dados

Os instrumentos de produção de dados explorados pelos artigos apresentaram uma diversidade considerável de métodos para a produção de dados, conforme Tabela 5.

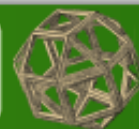
Tabela 5: Instrumentos de produção de dados

Artigos	Análise de Conteúdo	Análise de Protocolos	Diário de Campo	Entrevista	Questionário	Observação da Prática	Observação Participante	Uso de Tecnologias	Teste
Alex (2019)					✓				
Barkai (2021)						✓	✓		
Beltrão, Dantas, Gonzaga e Barbosa (2017)							✓		
Costa, Vieira, Imafuku e Pereira (2021)					✓				
Galvão, Souza e Miashiro (2016)						✓			
Guo (2022)			✓	✓					
Nabie, Akayuure, Ibrahim-Bariham e Sofo (2018)					✓				
Pereira e Oliveira (2021)		✓							
Pereira, Batista e Oliveira (2021)								✓	
Setiawan (2022)									
Sousa e Farias (2022)				✓					
Velazco e Padrón (2019)				✓			✓		

Fonte: Os autores

Resultados e conclusões

A Tabela 6 apresenta três categorias, sistematizando os resultados e as conclusões dos estudos. A categoria (1) trata da **Percepção dos futuros professores sobre a trigonometria**. Nessa categoria, estão distribuídos os estudos que destacam a percepção dos futuros professores sobre a trigonometria, evidenciando que a disciplina é vista como abstrata, difícil e desafiadora. Além disso, ressaltam a importância de disciplinas específicas que tratem do tema, além da necessidade de ampliar os recursos didático-

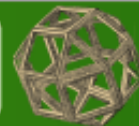


pedagógicos para melhorar a aprendizagem dos futuros professores. A categoria (2) faz referência ao **Uso de tecnologia e/ou instrumentos didáticos no ensino de matemática**. Nesta categoria, estão listados os estudos que enfatizam a eficácia do uso de tecnologia, como o Geoplano Circular Trigonométrico e o Geogebra, no ensino de matemática, especialmente na trigonometria. Os resultados apontaram para a importância da integração da tecnologia, da história da matemática e do desenvolvimento de habilidades pedagógicas específicas para promover a aprendizagem significativa dos conceitos matemáticos.

A terceira categoria (3) trata dos **Desafios e estratégias de ensino na formação de professores**. Nesta categoria, os estudos tratam dos desafios enfrentados pelos futuros professores de matemática, como a falta de conhecimento conceitual, a necessidade de desenvolver sensibilidade para compreender os obstáculos dos alunos e a importância de compreender as representações e estratégias de ensino. Para além, estes estudos destacaram a eficácia de recursos pedagógicos, como a modelagem matemática e a adaptação de práticas laboratoriais, para promover a aprendizagem dos conceitos matemáticos, em especial conceitos trigonométricos.

Tabela 6: Categorias de análise: resultados e conclusões

Artigos	1	2	3
Alex (2019)	✓		✓
Barkai (2021)	✓		✓
Beltrão, Dantas, Gonzaga e Barbosa (2017)	✓		✓
Costa, Vieira, Imafuku e Pereira (2021)	✓	✓	✓
Galvão, Souza e Miashiro (2016)		✓	✓
Guo (2022)	✓		✓
Nabie, Akayuure, Ibrahim-Bariham e Sofo (2018)	✓		✓
Pereira e Oliveira (2021)	✓	✓	✓
Pereira, Batista e Oliveira (2021)		✓	✓
Setiawan (2022)	✓		✓



Sousa e Farias (2022)	✓		✓
Velazco e Padrón (2019)		✓	✓

Fonte: Os autores

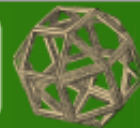
Como as categorias foram criadas a partir da análise sistemática proposta pelo modelo PRISMA, de Moher *et al.*, (2009), especialmente fundamentada na análise vertical e horizontal de Depaepe, Verschaffel e Kelchtermans, (2013), bem como da leitura e das sínteses dos artigos que compõem o *corpus* dessa pesquisa, é natural que haja uma diversificação ou composição entre os três agrupamentos relacionados. Observa-se que há uma concentração dos resultados e conclusões relacionados à categoria (1) e (3), aquelas que tratam da percepção dos futuros professores sobre a trigonometria e seu ensino e os desafios e as estratégias de ensino na formação de professores. Em menor frequência, observou-se também uma relação entre as categorias (2) e (3), que tratam do uso de tecnologia e/ou instrumentos didáticos no ensino de matemática e das estratégias de ensino na formação de professores.

Considerações finais

Ao seguir a metodologia PRISMA e realizar uma revisão sistemática da literatura, foi possível delimitar o escopo da pesquisa, definir critérios de inclusão e exclusão e analisar os dados de forma sistemática. Os resultados obtidos destacaram a necessidade de investir em estratégias de formação que promovam uma compreensão sólida da trigonometria, considerando as especificidades do contexto educacional e as demandas atuais da sociedade.

Ao retomar o objetivo de identificar e analisar abordagens teóricas e metodológicas em pesquisas sobre os conceitos trigonométricos na formação inicial de professores de matemática, ponderam-se considerações sobre as análises verticais e horizontais, tendo em conta as unidades de análise supracitadas.

Na **análise vertical**, quanto aos principais resultados e conclusões dos artigos, foi possível identificar a importância de explorar conceitos de trigonometria de forma profunda durante a formação dos futuros docentes, utilizando estratégias como

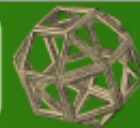


modelagem matemática (Beltrão *et al.*, 2017), tecnologias educacionais como ambientes de geometria dinâmica ou modelos experimentais práticos e recursos didático-pedagógicos que vão além dos modelos teóricos abstratos (Costa *et al.*, 2021; Galvão, Souza, Miashiro, 2016; Pereira; Oliveira, 2021; Pereira; Batista; Oliveira, 2021; Velazco; Padrón, 2019). Por fim, a análise vertical possibilitou apontar lacunas que podem ser trabalhadas de forma a integrar os conceitos trigonométricos na prática em sala de aula como apontado em Barkai (2021), Beltrão *et al.* (2017), Alex (2019), Guo (2022), Nabie *et al.* (2018), Setiawan (2022) e Sousa e Farias (2022).

Na **análise horizontal**, acerca dos *objetivos* (Tabela 2) propostos nos artigos analisados, pôde-se verificar que as pesquisas abordaram quatro categorias principais: Impacto pedagógico, Compreensão dos conceitos matemáticos, Integração tecnológica e por fim o Desenvolvimento profissional e Avaliação de intervenções pedagógicas. Como pode ser observado na Tabela 2, há uma concentração em duas categorias, o que denota um interesse maior em compreender tanto os impactos pedagógicos, que diferentes abordagens de ensino podem causar na aprendizagem dos professores no processo de formação inicial, quanto as formas que esses conceitos se manifestam nas mais distintas atividades acadêmicas.

Dos aspectos teóricos do *corpus* de análise, pode-se observar uma concentração nas seguintes abordagens: **Pensamento do professor**, que suscita um foco no conhecimento prévio do professor, suas práticas e percepções acerca dos temas e conceitos relacionados à trigonometria, predominando o aspecto **Contextual**, relacionado à compreensão e às relações que ocorrem no contexto da sala de aula ou em outros ambientes educacionais, estabelecendo uma relação e problematização dos contextos sociais e educacionais. Por fim, foi observada a presença da abordagem **Mediação tecnológica**, em que os papéis das tecnologias digitais no ensino e aprendizagem da matemática são enfatizados, explorando-as como ferramentas que podem ser utilizadas para promover a compreensão conceitual, a resolução de problemas e a interação dos alunos com os conteúdos matemáticos. Em muitos estudos, foi possível notar que houve uma composição entre essas abordagens anteriormente descritas.

A partir das diferenciações dos aspectos metodológicos, percebe-se uma concentração e/ou composição dos aspectos relacionados à pesquisa **Naturalística** e a

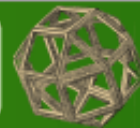


Cooperativa. A primeira preza pela análise de situações naturais do ambiente formativo ou acadêmico para descrevê-las ou problematizá-las. Na segunda perspectiva, há uma valorização pela colaboração voluntária do estudante em formação inicial, a fim de, por meio de uma interação de troca entre participantes, pode-se modelar ou categorizar fenômenos de aprendizagem dos conceitos de trigonometria, como medida de ângulos, relações métricas no triângulo retângulo, razões trigonométricas, entre outros. Observou-se também a composição com um dos aspectos metodológicos anteriores do aspecto **Contextual**, que tem foco na interpretação e na compreensão dos contextos e das interações, sem a necessidade de generalizações ou conclusões definitivas.

Com relação aos **instrumentos de produção de dados**, constata-se uma considerável diversidade de métodos e instrumentos de coleta de dados utilizados nos estudos analisados. Embora os estudos individualmente não tenham apresentado uma grande variedade, a análise do grupo de artigos revelou uma ampla gama de abordagens, o que enriquece a compreensão sobre as práticas de pesquisa na área da trigonometria.

Os **resultados** e as **conclusões** apontaram para a percepção dos futuros professores sobre a trigonometria como uma disciplina abstrata, difícil e desafiadora. Além disso, ressaltaram a importância de disciplinas específicas que abordem o tema, bem como a necessidade de ampliar os recursos didático-pedagógicos para melhorar a aprendizagem dos futuros docentes, como também pôde ser observado na análise vertical. Essas conclusões destacam a relevância de intervenções e estratégias de ensino que possam tornar a aprendizagem da trigonometria mais acessível e significativa para os estudantes.

Para futuras pesquisas, sugere-se explorar as diferentes abordagens pedagógicas no ensino da trigonometria durante a formação inicial de professores, bem como investigar o impacto dessas práticas no desempenho dos futuros professores. É fundamental, igualmente, aprofundar estudos sobre a integração de tecnologias educacionais no ensino dos conceitos trigonométricos como: medida de ângulos, relações métricas no triângulo retângulo, razões trigonométricas, lei dos senos e lei dos cossenos. Em suma, a pesquisa apresentada abre caminho para novas investigações que contribuam para a formação inicial de professores de matemática.



Referências bibliográficas

ALEX, Jogymol Kalariparambil. The Preparation of Secondary School Mathematics Teachers in South Africa: Prospective Teachers' Student Level Disciplinary Content Knowledge. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v.15, n. 12, fev. 2019.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Abordagens teóricas e metodológicas na Educação Matemática: aproximações e distanciamentos. In: OLIVEIRA, A. M. P. de; ORTIGÃO, M. I. R. (org.). **Abordagens teóricas e metodológicas nas pesquisas em educação matemática**. 1 ed. Brasília: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, v. 13, p. 17-57, 2018.

BARKAI, Ruthi. Using Cases as a Means to Discuss Errors in Mathematics Teacher Education. **Education Sciences**, v. 11, n. 575, set. 2021.

BELTRÃO, Isabel do Socorro Lobato; DANTAS, Derlei Maria Corrêa de Macedo; GONZAGA, Amarildo Menezes; BARBOSA, Ierecê dos Santos. Práticas pedagógicas: formação na licenciatura matemática. **Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v.10, n.22, p. 111–122, jan./jun. 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** – BNCC Ensino Médio. Ministério da Educação, Brasília, 2018.

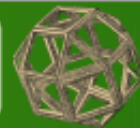
COSTA, Lucas de Brito; VIEIRA, William; IMAFUKU, Roberto Seidi; PEREIRA, Emanuel Fabiano Menezes. O desenvolvimento dos Três Mundos da Matemática no estudo de Funções Trigonométricas com o GeoGebra. **Revista Ciência em Evidência**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 91-104, 2021.

COSTA, Nielce M. Lobo da. A história da Trigonometria. **Educação Matemática em Revista**, v. 10, n 13, p. 60-69, 2003. Disponível em: https://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/geotri2014/modulo5/mod3_pdf/historia_triogo_no.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

DEPAEPE, Fien.; VERSCHAFFEL, Lieven; KELCHTERMANS, Geert. Pedagogical content knowledge: a systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. **Teaching and Teacher Education**, v. 34, n. 1, p. 12-25, 2013. DOI: 10.1016/j.tate.2013.03.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0742051X1300053X>. Acesso em: 06 jan. 2024.

GALVÃO, Maria Elisa Esteves Lopes; SOUZA, Vera Helena Giusti; MIASHIRO, Paulo Masanobo. A Transição das Razões para as Funções Trigonométricas. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 30, n. 56, p. 1127 - 1144, dez. 2016. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v30n56a15>

GUMIERO, Bárbara Silva; PAZUCH, Vinícius. Digital technologies and mathematics teaching: An analysis of teacher professional knowledge. **Pedagogical Research**, v. 9, n.2, em0200, 2024. <https://doi.org/10.29333/pr/14342>



GUO, William. Exploratory Case Study on Solving Word Problems Involving Triangles by Pre-Service Mathematics Teachers in a Regional University in Australia.

Mathematics, v. 10, n. 3786, 2022. <https://doi.org/10.3390/math10203786>

LIMA, Caroline Miranda Pereira; PAZUCH, Vinícius. Conceito de função e formação inicial de professores: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Práxis**

Educacional, Vitória da Conquista, 2023. DOI: 10.22481/praxisedu.v19i50.e11393

MOHER, David; LIBERATI, Alessandro; TETZLAFF, Jenifer; ALTMAN, Douglas.

The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **PLoS Med**, v. 6, n. 6, 2009. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19621072/>. Acesso em: 24 dez. 2023. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097.

NABIE, Michael Johnson; AKAYUURE, Peter; IBRAHIM-BARIHAM, Ussif Adam; SOFO, Seidu. Conceitos trigonométricos: percepções e conhecimentos de professores em formação. **Journal on Mathematics Education**, v. 9, n. 1, p. 169-182, jul. 2018.

PEREIRA, Ana Carolina Costa; BATISTA, Antonio Naiara Santos; OLIVEIRA, Gisele Pereira. Novas configurações do laboratório de ensino de Trigonometria a partir da incorporação da tecnologia articulada a história da Matemática. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 1-19, jul./set. 2021. DOI:10.26843/rencima.v12n4a38

PEREIRA, Ana Carolina Costa; OLIVEIRA, Gisele Pereira. O ambiente remoto como ferramenta promotora de práticas laboratoriais no ensino de trigonometria em cursos de licenciatura em Matemática. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, e027, 2021. 10.23926/RPD.2021.v6.n2.e027.id1076

SETIAWAN, Yayan Eryk. Representações de prospectivos professores na resolução de problemas de funções especiais de trigonometria angular com base no nível de habilidade. **Journal of Mathematics Education**, v. 11, n. 1, p. 55-76, fev. 2022.

SOUSA, Maria Izabel Barbosa de; FARIAS, Sidilene A. de. Construção de conhecimentos docentes para o ensino da trigonometria: perspectivas e desafios na formação inicial. **REnCiMa**, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 1-21, jul./set. 2022. DOI:10.26843/rencima.v13n4a25

VELAZCO, Derling José Mendoza; PADRÓN, Yoandry Rivero. Recurso Didático para o Ensino de Geometria: Geoplano Trigonométrico Circular. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, v. 14, n.1, p. 3-13. 2019.

VOSGERAU, Dilmeire Sant'Anna Ramos; ROMANOWSKI, Joana Paulin. Estudos de revisão: Implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, v.14, n.41, p.165-189, 2014. <https://doi.org/10.7213/dialogo.educ.14.041.DS08>.