



ESTUDOS BRASILEIROS SOBRE O ENSINO DE VETORES COM EXPERIMENTAÇÃO EM SALA DE AULA NO PERÍODO DE 2010-2021

Rita de Cássia Florêncio Rocha Kasahara¹

Pedro Franco de Sá²

RESUMO

Este artigo tem por objetivo apresentar os resultados de uma revisão de estudos em teses e dissertações brasileiras entre os anos de 2010 e 2021 sobre o ensino de vetores com experimentação em sala de aula com aplicação de uma sequência didática, a fim de responder a seguinte questão: quais as contribuições das pesquisas sobre o ensino de vetores com experimentação em sala de aula no Brasil no período de 2010 à 2021? O levantamento foi realizado no Catálogo CAPES, no BDTD e em bancos de Programa de Pós-Graduação da UEPA e UFPA e do PROFMAT. A análise revelou o uso da abordagem vetorial em diferentes níveis de ensino presencial ou à distância para a melhora do aprendizado, verificação de dificuldades, validação de softwares, uso de materiais manipuláveis e propostas de inclusão do conteúdo na educação básica.

Palavras-chave: Educação Matemática. Revisão de Estudos. Ensino de Vetor.

BRAZILIAN STUDIES ON VECTORS TEACHING WITH EXPERIMENTATION IN THE CLASSROOM IN THE PERIOD 2010-2021

ABSTRACT

This article aims to present the results of a review of studies on vectors teaching with experimentation in the classroom with the application of a didactic sequence in Brazilian theses and dissertations between the years 2010 and 2021, to answer the following question: what are the contributions of research on teaching vectors with classroom experimentation in Brazil from 2010 to 2021? The survey was carried out in the CAPES Catalog, in the BDTD, and banks of the Postgraduate Program of UEPA and UFPA, and PROFMAT. The analysis revealed the use of the vector approach at different levels of face-to-face or distance learning to improve learning, verify difficulties, software validation, use of manipulative materials, and proposals for inclusion of content in basic education.

Keywords: Mathematics Education. Review of Studies. Vector Teaching.

ESTUDIOS BRASILEÑOS SOBRE LA ENSEÑANZA DE VECTORES CON EXPERIMENTACIÓN EN EL AULA EN EL PERÍODO 2010-2021

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo presentar los resultados de una revisión de estudios sobre la enseñanza de vectores con experimentación en el aula con la aplicación

¹ Mestre em Engenharia Elétrica pela UFPA/PA. Doutoranda em Educação pela UEPA/PA. Professora do IFPA/PA, Brasil. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0003-1017-8550>. E-mail: rita.rocha@ifpa.edu.br

² Doutor em Educação. Professor titular UEPA/PA, Brasil. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-8986-2787>. E-mail: pedro.sa@uepa.br

de una secuencia didáctica en tesis y disertaciones brasileñas entre los años 2010 y 2021, con el fin de responder a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las contribuciones de la investigación sobre vectores de enseñanza con experimentación en el aula en Brasil de 2010 a 2021? La encuesta fue realizada en el Catálogo CAPES, en la BDTD y en bancos del Programa de Posgrado de la UEPA y UFPA y PROFMAT. El análisis reveló el uso del enfoque vectorial en los diferentes niveles de la enseñanza presencial o a distancia para mejorar el aprendizaje, verificar dificultades, validación de software, uso de materiales manipulativos y propuestas de inclusión de contenidos en la educación básica.

Palabras clave: Educación Matemática. Revisión de Estudios. Enseñanza de vectores.

INTRODUÇÃO

O ensino do conteúdo de vetores é desafiador, pois fomos ensinados a tratar de um conceito abstrato para chegar ao real, que muitas vezes não é o caminho natural do conhecimento. Assim, muitos estudos de didática e métodos de ensino têm sido realizados com o objetivo de ampliar possibilidades de ensino e promover o estímulo, motivação e apreensão do conhecimento.

A partir de experiências em sala de aula é possível perceber que são poucos os profissionais que utilizam o conteúdo de vetores para ensinar assuntos relacionados estando, comumente presentes, na disciplina de Física. No ensino superior, a não consolidação destes conhecimentos, no nível de ensino anterior, traz à tona dificuldades conceituais, de representação e de aplicação, principalmente, em cursos das áreas de exatas.

Dentro desse contexto, o ensino de vetores têm sido objeto de estudo por muitos pesquisadores das áreas de Educação, Educação Matemática, Educação em Ciências, Ensino de Matemática, Ensino de Física, dentre outros, para avaliar a inclusão na educação básica, melhora do aprendizado, verificação de dificuldades, propostas didáticas, etc.

Portanto, este artigo tem por objetivo realizar uma revisão de estudos em teses e dissertações brasileiras que abordaram o ensino de vetores de 2010 à 2021 a partir da experimentação em sala de aula com aplicação de uma sequência didática; com a finalidade de responder a seguinte questão norteadora: quais são as contribuições das pesquisas sobre o ensino de

vetores com experimentação em sala de aula no Brasil no período de 2010 à 2021?

As seções do artigo estão organizadas sequencialmente da seguinte forma: Procedimentos Metodológicos, Resultados e Análises por categoria e global; Considerações Finais e Referências.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa apresentada é um estudo de revisão de caráter bibliográfico caracterizado como descritivo e analítico (ROMANOWSKI, ENS, 2006). Foi desenvolvida por meio de etapas definidas a partir do método e técnica apresentados em Vosgerau e Romanowski (2014).

Assim, as etapas foram: definição do tema; determinação dos critérios de busca e análise dos trabalhos; levantamento dos trabalhos por programa de pós-graduação; seleção dos trabalhos por meio do tipo de pesquisa realizada, qual seja, experimental com aplicação de sequência didática; estudo; categorização e análise por categoria.

A etapa da definição do tema ocorreu por meio da reflexão da natureza de estudos no que diz respeito ao ensino de vetores geométricos. Como resultado dessa reflexão, foi adotada a análise de trabalhos que apresentassem resultados de experiências cientificamente controladas sobre o ensino de vetores de maneira experimental.

Sobre a determinação dos critérios de busca e análise de trabalhos foi definido que seriam analisados trabalhos que atendessem às seguintes condições: a) estar publicado em Português, b) ser uma dissertação ou tese, c) apresentar a sequência didática adotada, d) apresentar os resultados da aplicação da sequência didática, e) ter sido publicado entre 2018 e 2021.

Com base nos critérios definidos na etapa anterior, o levantamento dos trabalhos foi realizado na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD, no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e nos portais dos seguintes programas de Pós-graduação: PROFMAT, PPGED/UEPA, PPGECM/UFPA, PPGDOC/UFPA e PGECEM-REAMEC.

A busca na BDTD resultou em 38 trabalhos, sendo 02 teses; foi realizada a partir dos descritores VETORES e VETOR. No Catálogo CAPES foi utilizado o descritor da seguinte forma VETOR AND ENSINO NOT SAÚDE NOT QUÍMICA, a pesquisa resultou em 52 trabalhos; dos quais 29 já haviam sido encontrados no BDTD. Assim, a busca resultou em 61 trabalhos.

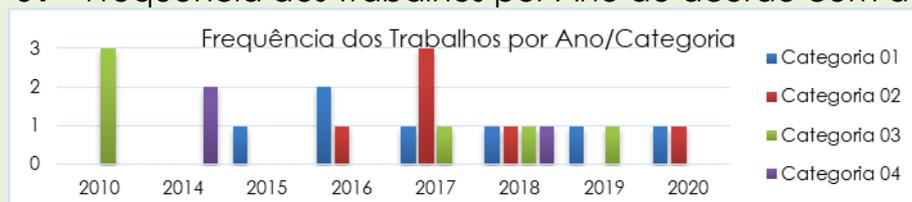
Nos bancos da UFPA e do PPGED/UEPA, a busca foi ano a ano por análise de títulos e resumos, porém nenhum trabalho fora encontrado. No PROFMAT, a busca resultou em 12 trabalhos que não constavam no BDTD e nem no catálogo CAPES. Dessa forma, a exploração dos bancos e repositórios resultou, por fim, na seleção de 73 trabalhos, sendo 02 teses. Este fato mostra que em trabalhos desta natureza devemos fazer a busca além do BDTD.

A seleção foi realizada a partir da leitura dos trabalhos, adotando-se o critério de que as pesquisas deveriam tratar de experimentações com aplicações de sequências didáticas em ensino presencial ou a distância. Foram selecionados 21 trabalhos, sendo 01 (uma) tese.

Na fase de estudo, os trabalhos foram analisados e elaborados resumos contendo informações de: autor/ano, tipo (tese ou dissertação), programa de pós-graduação, objetivo/questão da pesquisa, metodologia, conteúdo abordado, resultados e conclusões/sugestões.

Os trabalhos foram distribuídos nas seguintes categorias: 1) Estudos no Ensino Médio aplicados à disciplina de Matemática; 2) Estudos no Ensino Médio e Fundamental aplicados à disciplina de Física; 3) Estudos em licenciatura; e, 4) Estudos no curso de Engenharia e Arquitetura. O gráfico 01 apresenta a frequência dos trabalhos por ano de acordo com a categoria.

GRÁFICO 01 – Frequência dos Trabalhos por Ano de acordo com a categoria



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da busca no BDTD, Capes e PROFMAT.

Por fim, a etapa da análise foi desenvolvida por categoria e análise global.

RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta seção são apresentados os resultados da análise por categoria com a descrição de cada estudo com ênfase em seu objetivo e principais resultados alcançados. Ao final, a análise global é realizada a partir dos resultados que foram observados.

Estudos no Ensino Médio aplicados à disciplina de Matemática

Os estudos analisados nessa categoria estão sintetizados no quadro 01 abaixo e serão descritos em seguida.

QUADRO 01 – Estudos aplicados à Matemática no Ensino Médio

AUTOR / ANO	OBJETIVO / QUESTÃO DE PESQUISA	CONCLUSÕES / SUGESTÕES
Souza (2015)	Inserir vetores no currículo de Matemática por meio de uma sequência didática com o uso do GeoGebra e investigar se essa sequência contribui para que os alunos utilizem os vetores como ferramenta na resolução de problemas. / Como favorecer a aprendizagem dos alunos do Ensino Médio acerca do conteúdo de vetores com apoio das Tecnologias Digitais?	O uso de <i>software</i> contribuiu para a aprendizagem do conteúdo de forma dinâmica, resolução de problemas e dão suporte aos professores no ensino de vetores. / Aplicação em outros anos de escolaridade e uma investigação do Ensino de Vetores no Espaço.
Reis (2016)	Desenvolver e Aplicar uma sequência didática, por meio de uma UEPS, para ensinar operações com vetores, comumente trabalhadas na Geometria Analítica.	Evidências de aprendizagem significativa observada na familiarização dos alunos com conceitos físicos aprendidos a partir de vetores e pela evolução da capacidade significativa.
Furlani (2016)	Propor uma abordagem alternativa ao ensino de Geometria Analítica a partir de recursos computacionais e aplicação de uma sequência de atividades utilizando o conceito de vetores e o Geogebra como ferramenta de construção geométrica e dinâmica.	Sedimentação dos conceitos de geometria analítica e do conceito de Vetor, auxílio na interpretação das atividades e cálculos, comprometimento, envolvimento e participação dos alunos. / Aplicação de atividades com outros temas e trabalhar os conceitos de geometria espacial.
Couto (2017)	Apresentar uma proposta de utilização dos códigos de barras como recurso didático para o ensino de Aritmética Modular e de Vetores e aplicar uma sequência didática envolvendo esses assuntos.	Boa aceitação pelos alunos; contribuiu significativamente para o aprendizado dos conceitos e o uso da contextualização facilitou a compreensão.
Dias (2018)	Mostrar que a utilização de conceitos simples de vetores aplicados de forma correta na resolução de exercícios de geometria analítica, pode trazer ao estudante rapidez e eficiência na obtenção da resposta final.	O estudo de vetores deve ser incluído no ensino médio como auxiliar ao estudo da geometria analítica no 3º ano do ensino médio. Os alunos se sentiram estimulados com o aprendizado, resultados e rapidez na resolução de problemas.
Sousa	Analisar as contribuições dos registros de	A compreensão dos objetos

(2019)	representação semiótica no estudo de vetores.	matemáticos possibilita diferentes formas de representação e conexões com novos e antigos conhecimentos.
Oliveira (2020)	Apresentar uma abordagem vetorial no estudo de Geometria Analítica no Ensino Médio e aplicar o material desenvolvido no 3º ano do Ensino Médio.	Motivação com o estudo de Geometria Analítica com abordagem vetorial no ensino médio e boa aceitação das aulas com uso do Geogebra.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir da análise dos trabalhos.

Souza (2015) objetivou inserir vetores no currículo de Matemática por meio de uma sequência didática com o uso do Geogebra, e investigou se essa sequência contribuiu para que os alunos utilizassem os vetores como ferramenta na resolução de problema em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, do curso Técnico de Agropecuária de uma escola pública federal na Cidade de Bom Jesus do Itabapoana – RJ.

Um questionário concernente ao perfil dos alunos em relação ao uso do computador e conhecimento de vetores, um conjunto de questões iniciais sobre vetores resolvidas em grupos sem o auxílio da calculadora para verificar os conhecimentos existentes, e aulas utilizando o Geogebra com foco na Teoria de Vetores no Plano foram os instrumentos da pesquisa; ao final da pesquisa, os alunos resolveram, novamente, as questões iniciais e responderam um questionário sobre os objetivos da pesquisa.

A aplicação das questões iniciais após a sequência didática demonstrou melhora no desempenho dos alunos ao aumentar o número de acertos e a resolução de questões não resolvidas anteriormente, como de produto interno e ângulo entre dois vetores.

Os resultados mostraram que o uso de *software* contribuiu para a aprendizagem do conteúdo de forma dinâmica e dá suporte aos professores na abordagem do conteúdo e ensino dos vetores como ferramenta auxiliar na resolução de problemas; outra contribuição foi em relação a adesão dos professores de Matemática da escola que inseriram o conteúdo de vetores no currículo de Matemática do 3º ano do Ensino Médio.

Reis (2016) teve por finalidade o desenvolvimento de uma sequência didática proposta por Moreira por meio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com base na Teoria da Aprendizagem

Significativa proposta por David Ausubel para ensinar operações com vetores a uma turma de 30 alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma escola particular de São José do Rio Pardo-SP, durante as aulas da disciplina de Física.

A UEPS foi elaborada a partir do levantamento dos conhecimentos dos alunos sobre o tema vetores por meio de um mapa mental, em seguida, o conteúdo fora apresentado através de situações problemas. Como resultado, a UEPS apontou evidências de aprendizagem significativa, uma vez que várias dificuldades foram superadas e os alunos demonstraram a evolução da capacidade cognitiva; ressaltou ainda que a UEPS é um objeto educacional devendo ser adaptado à cada realidade.

Furlani (2016) teve por objetivo propor uma abordagem alternativa ao ensino de Geometria Analítica a partir de recursos computacionais. Para a prática de ensino, implementou uma sequência de atividades de conceitos de vetores no GeogebraBook e aplicou a alunos do 3º ano do Ensino Médio, sendo uma turma com 22 e outra com 20 alunos, de uma escola particular da cidade de Itararé-SP.

Como instrumentos para análise, além das atividades no *software*, utilizou as atividades resolvidas no caderno e um questionário para diagnóstico. Como conclusão, destacou que a utilização do *software* permitiu uma melhor compreensão e a sedimentação dos conceitos de Geometria Analítica através da abordagem vetorial, além de estimular o comprometimento e a participação dos alunos. Porém, deixou claro que as atividades pensadas também precisam de um olhar teórico com a utilização de questões resolvidas no caderno e no *software*.

Couto (2017) teve por objetivo apresentar uma proposta de utilização dos códigos de barras como recurso didático para o ensino de Aritmética Modular e de Vetores para analisar a importância da contextualização no ensino da Matemática; aplicou uma sequência didática envolvendo esses assuntos em grupos de 4 ou 5 alunos da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública em Petrolina-PE.

Como instrumentos de diagnóstico utilizou questionários e exercícios avaliativos, que indicaram como resultado a boa aceitação do método pelos alunos e a efetiva aprendizagem dos conteúdos de aritmética modular, adição de vetores, produto de um escalar por um vetor e produto interno de dois vetores; constatou, ainda, que o uso da contextualização facilitou a compreensão dos conhecimentos.

Dias (2018) teve por finalidade mostrar que a utilização de conceitos simples de vetores, aplicados de forma correta na resolução de exercícios de geometria analítica, pode trazer ao estudante rapidez e eficiência na obtenção da resposta final. Desenvolveu durante 04 meses, com 10 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, uma abordagem vetorial de alguns tópicos da Geometria Analítica por vetores; o *software* Geogebra foi utilizado.

Utilizou como instrumentos aulas expositivas, atividades em duplas e o comentário por escrito dos alunos nas resoluções comparando o método analítico e o vetorial. Também aplicou um questionário à 04 docentes indagando-os sobre a utilização de vetores.

Como resultado observou que, para esse grupo de estudantes, a utilização de vetores tornou a solução dos exercícios mais atrativas e rápidas, despertando nestes o interesse e dedicação por perceberem a utilidade do conteúdo repassado; o *software* Geogebra despertou o interesse e atenção dos alunos para as atividades. Destacou, em concordância com os docentes entrevistados, a importância da inclusão do ensino de vetores para o estudo de Geometria Analítica.

Souza (2019) visou analisar as contribuições dos registros de representação semiótica no estudo de vetores a partir de uma investigação de abordagem qualitativa de intervenção, com embasamento na metodologia da engenharia didática. Utilizou para a aplicação das sequências didáticas atividades preliminares e aulas expositivas a 26 alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública em Paço do Lumiar – MA.

Concluiu que o uso das representações semióticas como instrumento pedagógico em sala de aula no ensino de vetores, possibilitou aos alunos

durante a realização de transformações de tratamento, a mobilização de operações básicas já conhecidas e percebeu a contribuição da teoria para um raciocínio mais amplo e uma visão cognitiva mais consolidada. A partir da mobilização dos conhecimentos prévios, os participantes puderam assimilar de forma mais consistente e clara o conteúdo trabalhado, assim como, a reconstrução destes.

Oliveira (2020) objetivou fazer um estudo de Geometria Analítica com abordagem vetorial no 3º ano do Ensino Médio para estimular o aluno e auxiliar no aprendizado do conteúdo. A aplicação foi realizada em um Colégio Estadual da Cidade de Aparecida do Taboado-MS. Desenvolveu um material didático que utilizou nas aulas, juntamente com o Geogebra e as folhas quadriculadas e, ao final, propôs atividades aos alunos, no entanto, estes não manipularam o *software*, utilizou-se somente na correção dos exercícios.

Os resultados mostram que é possível aplicar a abordagem vetorial em Geometria Analítica no Ensino Médio, dando alternativas aos alunos para a resolução de problemas e uma base maior para aqueles que futuramente irão ingressar em cursos superiores na área de exatas, também destacou o entusiasmo dos alunos com a aprendizagem via abordagem vetorial. O uso do Geogebra na comparação das figuras geradas pelo *software* e as feitas com o uso das folhas estimulou o esforço dos alunos para chegar nos valores corretos.

Por fim, os estudos dessa categoria mostram que o uso de vetores como alternativa de abordagem na Geometria Analítica facilita o entendimento pelos alunos, em especial, do 3º ano, dão agilidade na resolução dos problemas, melhora o aprendizado e entusiasmo; é um conteúdo viável de ser ensinado no Ensino Médio e de fazer parte dos componentes curriculares.

Alguns autores destacaram os problemas em relação aos conceitos de vetores, representação, dificuldades com operações e de relacionar conteúdos já aprendidos com os novos. A utilização de recursos pedagógicos, como folhas quadriculadas e *software*, para a representação

de vetores facilitou a aprendizagem, além de promover estímulo e entusiasmo.

O uso do *software* Geogebra é de grande valia para a aprendizagem do conteúdo de vetores, no entanto, a sua utilização deve ser acompanhada da resolução de problemas no caderno e com o auxílio de folhas quadriculadas. Contudo, novos estudos devem ser realizados com a inclusão de espaços vetoriais e a validação de *softwares* para esse conteúdo, a aplicação também em outras séries deve ser reforçada, bem como, no Ensino Fundamental e em escolas particulares para a comparação. A ênfase, também, no uso da contextualização deve ser explorada, além de abordagens com outras teorias de aprendizagem matemática.

Estudos no Ensino Médio e Fundamental aplicados à disciplina de Física

A síntese dos trabalhos analisados nessa categoria é apresentada no quadro 02 e descritos em seguida.

QUADRO 02 – Estudos aplicados à Disciplina de Física no Ensino Médio e Fundamental

AUTOR / ANO	OBJETIVO/ QUESTÃO DA PESQUISA	CONCLUSÕES / SUGESTÕES
Bispo (2017)	Fazer uma análise bibliográfica do que foi realizado no ensino de Física e em relação ao ensino de vetores e produzir uma sequência de ensino-aprendizagem para servir como suporte nas aulas de vetores do ensino médio.	Os alunos melhoraram o uso da noção de vetor em questões que tinham um contexto físico associado. É possível afirmar que o método funciona, porém é preciso um domínio de sala muito maior do que em uma aula tradicional.
Gontijo (2017)	Investigar evidências de aprendizagem significativa envolvendo conceitos da cinemática vetorial, em uma turma do 9º ano, usando materiais manipulativos.	Indícios de aprendizagem significativa durante as aulas. A Resolução de Problemas possibilitou a externalização das ideias dos alunos. Os materiais manipulativos foram essenciais para internalização dos conceitos e como facilitadores da aprendizagem.
Sliva Filho (2017)	Proposta de introdução deste conteúdo no Ensino Médio a partir do 1º ano.	O conhecimento de vetores facilita cálculos e torna mais clara a visualização geométrica e é de grande valia para a aprendizagem.
Saib (2018)	Desenvolver atividades que permitam a integração simulações computacionais 3D na abordagem de conceitos de movimento dos corpos. Para melhora do desempenho.	Os Módulos Educacionais proporcionaram uma melhora no desempenho dos estudantes ao resolver questões que abordaram os conceitos estudados e tem potencial para serem utilizados como ferramenta de apoio ao professor em sala de aula.

Ramos (2020)	Desenvolver o produto educacional xadrez vetorial para o ensino de conceitos vetoriais por analogias gráficas, algébricas e numéricas estimulando o raciocínio lógico e melhora do desempenho.	Entusiasmo e participação efetiva dos estudantes e desenvolvimento do seu próprio ritmo de aprendizagem e de tomada de decisões e a melhora do desempenho ao comparar pré e pós-testes. Possibilitou ensinar física de forma prática e divertida
--------------	--	--

Fonte: Elaborada pelos autores a partir da análise dos trabalhos.

Bispo (2017) teve como objetivo, fazer uma análise bibliográfica do que foi realizado em termos de pesquisa no ensino de Física em relação ao ensino de vetores, e com base nesses dados produziu uma sequência de ensino-aprendizagem com abordagem contextual para servir como suporte nas aulas de vetores. Realizou-se a experimentação em uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola Estadual.

A elaboração e aplicação da sequência se deu de acordo com o método de ensino *Peer Instruction* (Instrução por Colegas) e utilizou o simulador *Phet* Colorado como facilitador do processo de ensino aprendizagem. A análise dos resultados se deu a partir da aplicação de um pré-teste e um pós-teste na turma.

Como resultado, houve um aumento significativo no aprendizado dos alunos, porém algumas dificuldades como somar vetores quando um é negativo, vetores em duas dimensões, indicar direção de um vetor foram observadas. O método de Instrução por Colegas possibilitou a interação entre professor e alunos. O uso de contextos físicos ajudou nas soluções e os conceitos de vetores passaram a fazer parte da interpretação do problema.

Gontijo (2017) teve como finalidade investigar evidências de aprendizagem significativa em conceitos de Cinemática Vetorial em uma turma de 25 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola Estadual de Moema-MG, bem como, investigar a potencialidade dos materiais manipuláveis elaborados e o processo de resolução de problemas de Polya à luz da teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausebel.

Os materiais manipuláveis foram elaborados utilizando materiais de baixo custo como sarrafos e tubos de PVC. Para análise utilizou os registros

produzidos pelos alunos, observou suas manifestações, comportamentos e reações diante das tarefas e anotações em diário de campo.

Como resultado, acredita ter indícios de aprendizagem significativa quando os alunos apresentavam os conceitos, mesmo que incorretos, porém eram significativos para eles; nesse momento, um novo conceito era apresentado gerando um conflito de estrutura cognitiva. Sobre a resolução de problemas, destacou sua potencialidade, ao promover o levantamento de hipóteses, testes e uma resposta para o problema. Os materiais manipulativos contribuíram para a internalização dos conceitos desenvolvidos e como facilitador para a interpretação e resolução do problema.

Silva Filho (2017) abordou o objeto matemático vetor geométrico e apresentou uma proposta de introdução desse conteúdo a partir do 1º ano do Ensino Médio para facilitar a compreensão dos problemas e conteúdo da Mecânica na Física, da Matemática e outras áreas. Utilizou um questionário para a coleta de dados pessoais e sociais e duas listas de questões, além de 21 aulas expositivas distribuídas igualmente nas três séries do Ensino Médio.

O autor concluiu que o objetivo do trabalho foi alcançado quando os alunos mostraram envolvimento para aprender um conteúdo novo ou que só tinham conhecimento através da física, além disso, constatou, através de demonstrações e exemplos, que o conhecimento de vetores facilita cálculos e torna mais clara a visualização geométrica e é de grande valia para o ensino-aprendizagem dos conteúdos do Ensino Médio. Ao final do trabalho, o autor apresentou planos de ensino e conteúdos a serem utilizados pelos docentes de acordo com o nível de ensino.

Saib (2018) objetivou desenvolver atividades que permitiam a integração de simulações computacionais 3D na abordagem de conceitos relacionados aos movimentos dos corpos, tendo os vetores como aporte matemático para o ensino de Cinemática Vetorial. Aplicou as atividades a 26 alunos do 1º ano do Ensino Médio em uma escola particular baseado em um Material Instrucional desenvolvido pelo mesmo.

A unidade de ensino foi elaborada com base na visualização de modelos e de processos propostos por Gilbert (2005). Para o desenvolvimento utilizou o aplicativo de celular ARVectors3D de realidade aumentada, o simulador MecVectors3D-Car e o simulador CannonLauncher3D.

Os instrumentos para análise foram: os questionários Socioeducacional Tecnológico realizados pelos estudantes, o de conhecimentos prévio, o do aplicativo de realidade aumentada, do automóvel, do canhão e do movimento de um projétil, o questionário final e a avaliação do Material Instrucional. Para análise de dados adotou um enfoque qualitativo do questionário prévio e do final.

O autor destaca que o principal resultado obtido foi o potencial inegável da utilização de *softwares* como ferramenta de apoio a professores, para a abordagem de conceitos físicos em sala de aula ao promover uma melhora no desempenho dos estudantes através das simulações.

Ramos (2020) teve por objetivo fomentar conceitos de vetores de modo mais ilustrativo e com uso da ludicidade encontrada nos jogos, por meio de aula expositiva e do xadrez vetorial, criado por ele, para tornar as aulas de física mais interessantes. Utilizou uma abordagem quantitativa e qualitativa baseada na aplicação de dois questionários, três provas e um torneio, embasados nas etapas diferenciadas de aulas realizadas em duas turmas do 3º ano do ensino médio de uma escola estadual de Marabá-PA.

Inicialmente, os alunos rejeitaram a ideia devido à dificuldade do jogo de xadrez, porém aceitaram a proposta no decorrer do trabalho a partir da melhora do seu desempenho. Como resultado, o uso do jogo contribuiu para a tomada de decisões em situações que exigem o raciocínio lógico, autorreflexão, disciplina e interação social, além da capacidade de desenvolver no aluno o seu próprio ritmo de aprendizagem e a aplicação dos conceitos de vetores no jogo. A comparação entre os erros e acertos das provas demonstrou melhora no desempenho dos alunos.

Em resumo, os estudos dessa categoria mostraram que o ensino de vetores para aprendizagem de assuntos de Física melhora o entendimento e a resolução dos problemas, o uso de materiais manipuláveis e *softwares* de

realidade aumentada facilitam a visualização dos objetos geométricos e são necessários para a tomada de decisões e resolução das questões, além de, promoverem entusiasmo e dedicação dos estudantes e serem essenciais para o ensino da Física.

Também é perceptível a importância do ensino de Vetores em todos os níveis de ensino, com a introdução de noções desde o ensino fundamental e a sua influência no aprendizado de assuntos de cinemática vetorial, contudo, é preciso avaliar a aplicação para outros assuntos, como mecânica, hidrodinâmica, óptica e eletromagnetismo e a ênfase no contexto.

Estudos aplicados à Licenciatura

Os resumos dos trabalhos dessa categoria são apresentados no quadro 03 abaixo e descritos em seguida.

QUADRO 03 – Estudos aplicados a estudantes de Licenciatura

AUTOR / ANO	OBJETIVO GERAL / QUESTÃO DE PESQUISA	CONCLUSÕES / SUGESTÕES
Lucas (2010)	Construir um AVA para o ensino significativo de Geometria Analítica, com a utilização de visualizadores 3D idealizados no Geogebra para o ensino à Distância.	Visualização dos objetos geométricos, construção do conhecimento mais significativo, motivação, dedicação aos estudos e melhora da participação e notas.
Andrade (2010)	Analisar os requisitos necessários ao desenvolvimento de <i>softwares</i> educativos que amparem a aprendizagem à distância de objetos de dependência linear e validação.	O recurso tecnológico viabiliza a aprendizagem, contudo não é suficiente para sanar dificuldades de conversão e de comunicação via chat.
Patrício (2010)	Identificar e Analisar as dificuldades na produção e no tratamento de representações dos vetores que caracterizam lacunas ao aprendizado do conceito desse objeto.	Dificuldades de conversão envolvendo registros figurais na representação geométrica e gráfica, de aplicação da regra do paralelogramo, de identificar vetores iguais e coordenadas de ponto e de vetor. / Elaborar uma proposta de ensino por vetores para dirimir as dificuldades aliada aos aspectos históricos.
Pereira (2017)	Analisar o processo de aprendizagem à luz dos referenciais teóricos da pesquisa, identificando contribuições e limitações do método adotado/ Como desenvolver atividades pedagógicas que podem favorecer a aprendizagem do conceito de espaço vetorial?	Foram confirmadas as hipóteses de percepção das vantagens do uso da Álgebra Linear, do reconhecimento da necessidade da composição de provas, da resolução de exercícios em contextos distintos e da utilização de procedimentos adequados.

Santos (2018)	Mostrar a aplicação de vetores geométricos na computação gráfica e analisar o desempenho e satisfação do aluno em uma oficina em que conceitos básicos sobre vetores e geometria analítica são trabalhados usando um <i>software</i> de computador, onde são simulados movimentos de objetos em ambientes virtuais por meio de operações com vetores.	Os métodos de ensino em que o aluno atua como sujeito ativo, no processo ensino aprendizagem, colaboram positivamente com o aprendizado do mesmo (o aluno), a utilização de <i>softwares</i> gera entusiasmo e dinamismo as aulas; o ensino da matemática deve aliar teoria à prática e a contextualização para maior aproveitamento. / Aplicar computação gráfica para o ensino de trigonometria.
Lopes (2019)	Investigar a formação de imagens de conceito e reelaboração da definição de conceitos relacionados a vetores a partir de atividades de Geometria Analítica. / Quais são as contribuições para formação e reelaboração de imagens e definições de conceito relacionadas a vetores de Geometria Analítica realizadas com estudantes de Licenciatura em Matemática?	As atividades de Geometria Analítica contribuíram para a formação de imagens de conceitos dos participantes; para os participantes o processo algébrico é mais fácil de resolver ou de melhor compreensão. / Utilizar o produto educacional da dissertação para apoiar a aprendizagem sobre operações de vetores no ensino superior.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir da análise dos trabalhos.

Lucas (2010) objetivou a construção de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para o ensino de Geometria Analítica, com a utilização de visualizadores 3D no Geogebra, permitindo ao aluno visualizar e manipular o espaço tridimensional e seus objetos sob vários “pontos de vista” e desenvolveu uma sequência didática com o tema vetores. O AVA foi desenvolvido no Moodle em quatro módulos para estudantes do 1º ano de Licenciatura em Matemática de uma faculdade privada de São Paulo.

As lições, as avaliações, as médias dos alunos e um fórum com quatro questões foram utilizados para verificar o ambiente produzido e o aprendizado. Como resultado, a abordagem do ensino via tecnologia da informação tornou a construção do conhecimento mais significativo, proporcionou maior dedicação aos estudos e melhora na participação em sala, nos conceitos e na motivação.

Andrade (2010) teve por objetivo analisar os requisitos necessários à elaboração de *softwares* para dar suporte da aprendizagem à distância dos objetos de dependência e independência linear no R^2 , com o intuito de elaborar estratégias de ensino que favoreçam a aprendizagem dos objetos matemáticos à distância. O protótipo foi desenvolvido amparado nas

dificuldades de aprendizagem de 15 estudantes concluintes do curso de Licenciatura em Matemática à Distância de uma Instituição Federal.

Para a validação do protótipo, 04 sujeitos da amostra anterior foram selecionados para realizar as atividades distribuídas em três sessões, o *Design Experiments* foi usado para investigar os processos de aprendizagem. A coleta dos dados aconteceu por meio da captura de telas e de áudio.

Como resultado, acredita que o uso da tecnologia viabiliza a aprendizagem de objetos matemáticos em contextos não presenciais, porém a Engenharia de Softwares Educativos deve ser utilizada como suporte ao desenvolvimento. Aponta que para ultrapassar as dificuldades do ensino, os problemas de conversão entre os registros e a língua materna e a velocidade de retorno nos chats, o uso, apenas do recurso tecnológico não é suficiente.

Patrício (2010) teve como objetivo estudar dificuldades na aprendizagem do conceito de vetores relacionadas à produção, tratamento e conversões de representações presentes no ensino desse conceito e de suas operações à luz da Teoria das Representações Semióticas de Duval. O experimento foi desenvolvido com 49 alunos de uma turma do 1º ano de Licenciatura em Matemática que cursavam a disciplina Geometria Analítica na Universidade Estadual do Pará no Município de Mojú-PA. A coleta de dados aconteceu por meio da aplicação de atividades após a primeira unidade de vetores; os alunos foram agrupados em doze equipes de quatro alunos.

Constatou a dificuldade de conversão envolvendo os registros figurais, tanto na representação geométrica como na gráfica, de aplicações de regras quando alguma substituição anterior era necessária e de interpretação do conceito de vetor; predominância do registro vetorial e do figurado como auxiliar ou para a confirmação dos resultados; confusão entre as regras do paralelogramo e de Chasles e de coordenada de ponto e de vetor.

Pereira (2017) teve por objetivo a análise do processo de aprendizagem, desenvolvido à luz dos referenciais teóricos da pesquisa,

buscando identificar contribuições e limitações do método adotado. Como referencial teórico utilizou a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, das situações didáticas de Brousseau e dos campos conceituais de Vergnaud.

Para a experimentação, realizou um minicurso para 08 alunos do curso de licenciatura em Matemática que já haviam cursado a disciplina de Álgebra Linear do Instituto Federal de São Paulo e aplicou uma sequência didática que consistia em atividades de exercícios com vetores para propiciar o entendimento do conceito de espaço vetorial. Utilizou a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa.

Em relação ao resultado da pesquisa, observou indícios de aprendizagem e considerou ser necessário um maior número de atividades para chegar ao conceito de espaço vetorial em sua estrutura cognitiva mais clara e estável. Na validação, foram confirmadas as hipóteses de percepção das vantagens do uso da Álgebra Linear, do reconhecimento da necessidade da composição de provas, da resolução de exercícios em contextos distintos e da utilização de procedimentos adequados na resolução de exercícios.

Santos (2018) teve por proposta mostrar a aplicação de vetores geométricos na computação gráfica e investigar o desempenho e satisfação dos alunos em uma oficina, em que conceitos básicos sobre vetores e geometria analítica foram trabalhados, simulando movimentos de objetos em ambientes virtuais por meio de operações com vetores. O curso teve a participação de 10 alunos do curso de Licenciatura em Matemática de uma instituição de ensino Superior de Piauí.

A execução do trabalho foi desenvolvida em quatro etapas: avaliação diagnóstica, construção de exemplos, avaliação intermediária e avaliação final por meio de um questionário para julgar a eficácia do trabalho, importância para o aprendizado e contribuição para o ensino de vetores. Utilizou para simular o ambiente virtual o programa *Processing 3.3.5*.

Nos resultados, ressaltou a necessidade de dinamizar a matemática, a aplicação prática dos vetores por meio do *Software* permitiu a manipulação

dos objetos pelos discentes; sendo, dessa forma, os alunos sujeitos passivo e ativo no processo de ensino aprendizagem o que gerou grande entusiasmo durante todo o processo de desenvolvimento do projeto. O ensino da disciplina matemática tem maior aproveitamento quando associa teoria à prática e os conteúdos são vistos de forma contextualizada.

Lopes (2019) teve por objetivo investigar a formação de imagens de conceito e reelaboração da definição de conceitos relacionados à vetores a partir de atividades de Geometria Analítica, e desenvolveu um minicurso que contou com a participação de 07 alunos do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade particular.

A pesquisa foi fundamentada no conhecimento do Pensamento Matemático Avançado embasado na noção de imagem de conceito e definição de conceito de David Tall e Shlomo Vinner e Winner. Para análise, acompanhou o processo e a matemática desenvolvida pelos participantes durante a aplicação das atividades, anotações e registros, e de um questionário para verificar as contribuições da pesquisa.

Como resultado, observou que as atividades contribuíram para a formação de imagens de conceitos dos participantes ao elaborarem definições de conceito em relação à operação de soma de mais de dois vetores no plano; notaram a equivalência das definições algébricas e geométricas, porém, apenas 02 participantes perceberam que o método geométrico pode ser conduzido através do método algébrico. Todos os participantes disseram que processo algébrico é mais fácil de responder ou de melhor compreensão, pois os “números” facilitam a construção no plano.

Estudos no curso de Engenharia e de Arquitetura

Os trabalhos analisados nessa categoria estão sintetizados no quadro 04 e serão descritos em seguida

QUADRO 04 – Estudos aplicados a estudantes de Engenharia e Arquitetura

AUTOR / ANO	OBJETIVO / QUESTÃO DE PESQUISA	CONCLUSÕES / SUGESTÕES
Sousa (2014)	Desenvolver e aplicar o VetorRA para calcular as operações vetoriais utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada.	Aplicações práticas com o uso do <i>software</i> incentivaram a aprendizagem dos alunos ao favorecerem à interatividade e visualização dos conhecimentos e resultados; também, é uma forma diferenciada e inovadora de ensinar o

		conteúdo de operações vetoriais.
Vidigal (2014)	Criar uma sequência didática de atividades e analisar sua contribuição para o ensino e a aprendizagem dos produtos de vetores, nos cursos de Engenharia.	Melhora na postura, segurança, autonomia e amadurecimento. As sequências didáticas seriam mais motivadoras se iniciadas com uma situação-problema; os estudos dos produtos de vetores com sequências didáticas possibilitam uma parceria entre professores e alunos na construção do conhecimento e contribuem para uma aprendizagem mais efetiva.
Guarda (2018)	Desenvolver e utilizar ferramentas que contribuam para a compreensão de conceitos e argumentações de forma significativa.	O uso dos OVA's contribuiu na aprendizagem referente a determinação da área do paralelogramo e do triângulo e na sistematização de conceitos e atividades da elipse e da hipérbole; houve maior dificuldade na sistematização dos conceitos e atividades relacionados a parábola.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir da análise dos trabalhos.

Souza (2014) desenvolveu e aplicou o *software* denominado VetorRA, para calcular as operações vetoriais utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada (RA). Utilizou a Teoria da Aprendizagem Significativa como fundamentação. A pesquisa foi aplicada em uma turma com 30 alunos do 1º período do curso de Engenharia de Produção de uma universidade particular. Para verificar os resultados fez uso do teste a priori e a posteriori.

O autor destaca como resultado que a utilização do *software* contribuiu para o aprendizado dos alunos em relação as operações vetoriais, além disso, contribuiu para a conscientização da tecnologia como ferramenta de aprendizagem e melhora da visualização dos vetores resultantes.

Vidigal (2014) teve por finalidade criar uma sequência didática de atividades e analisar sua contribuição para o ensino e a aprendizagem dos produtos de vetores, nos cursos de Engenharia. Utilizou a abordagem qualitativa com a observação participante; como metodologia de investigação e avaliação fez uso da análise de erros aplicada à produção escrita dos estudantes. Os alunos do 1º período do curso de Engenharia Civil, matriculados na disciplina Geometria Analítica e Álgebra Linear de uma instituição particular foram os participantes. O *software Winplot* foi utilizado.

Como resultados, apontou melhora na postura, segurança, autonomia e amadurecimento. Refletiu que as sequências didáticas seriam mais motivadoras se tivessem iniciadas com uma situação-problema e que os

estudos dos produtos de vetores com sequências didáticas possibilitam uma parceria entre professores e alunos na construção do conhecimento e contribuem para uma aprendizagem mais efetiva.

Guarda (2018) propôs o desenvolvimento de uma proposta metodológica em uma Unidade de Aprendizagem (UA) visando à utilização de Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA's) no ensino de geometria analítica. O estudo foi aplicado em uma universidade particular à 17 alunos do primeiro período do curso de Arquitetura e Urbanismo no componente Matemática; utilizou o *software* Geogebra para a construção dos objetos virtuais de aprendizagem. Para a coleta de dados fez uso de observações, diários de bordo, de relatos, relatórios e atividades realizadas pelos alunos.

Ao final do estudo, observou que os alunos conseguiram transitar entre diferentes formas de representação e ressaltou a importância da utilização de diferentes metodologias pelos docentes e que, em relação à matemática, é importante buscar diferentes formas de representação para que o aluno possa construir de forma cognitiva o conceito a ser abstraído. O uso do OVA contribuiu para a aprendizagem e sistematização de conceitos e atividades.

Os estudos dessa categoria mostraram a importância dos vetores para cursos da área de Engenharia e Arquitetura e o uso de *softwares* de realidade aumentada como facilitador do processo de ensino aprendizagem. Foi observado que os estudantes possuem dificuldades e associações de conceitos de forma incorreta advindas de outros níveis de ensino.

Portanto, é necessário a verificação de erros conceituais do tipo de ensino anterior, corrigi-los por meio de uma sequência didática de aprendizagem e, então, avançar para os demais assuntos. Foi observada uma carência de pesquisas envolvendo operadores como Gradiente, Divergente e Rotacional úteis nos estudos de conteúdos de engenharia.

Assim como nas outras categorias analisadas, em especial, nos cursos de Engenharia e Arquitetura o ensino contextualizado é primordial, entender

como o conhecimento é utilizado na área traz motivação, entusiasmo, interesse e contribuem para a formação profissional.

Por fim, o quadro 05 apresenta os resultados consolidados e sugestões para trabalhos futuros dos trabalhos analisados para cada categoria.

QUADRO 05 – Síntese dos Resultados e Sugestões de trabalhos por Categoria

CATEGORIA	RESULTADOS CONSOLIDADOS	SUGESTÕES PARA TRABALHOS
Estudos aplicados a conteúdos de Matemática no Ensino Médio	Utilização de <i>software</i> acompanhado do caderno e folhas quadriculadas para aprendizagem de forma dinâmica e como suporte aos docentes; o uso da contextualização facilita a compreensão dos conceitos; abordagem da Geometria Analítica com enfoque vetorial desperta interesse, dedicação e a resolução de questões com maior agilidade; a Teoria de Representações Semióticas dá suporte a investigações de dificuldades de aprendizagem de vetores necessidade de inclusão do assunto de Vetores no Ensino Médio.	Abordagem com foco em outras teorias de aprendizagem matemática e o uso de outras metodologias de ensino. Trabalhar, também, os assuntos de Geometria Espacial a partir de vetores. Desenvolver outros temas para contextualizar e ensinar vetores. Estudar, propor e aplicar o ensino de Vetores na Educação Básica em todas as séries para verificar a evolução da aprendizagem e conhecimento.
Estudos aplicados a conteúdos de Física no Ensino Médio e Fundamental	Sequências didáticas elaboradas a partir dos conhecimentos prévios promovem a aprendizagem significativa, bem como, a partir de um contexto ajudam na interpretação e resolução do problema; o uso de vetores para o ensino de Cinemática Vetorial é apropriado desde o 9º ano; materiais Manipuláveis, o uso de <i>software</i> , jogos educacionais em conjunto com a abordagem vetorial facilitam a aprendizagem de Física.	Aplicar conceitos vetoriais a outros tópicos de física como Eletricidade e Magnetismo. Realizar estudos fundamentados em outras teorias de aprendizagem e métodos e metodologias de ensino.
Estudos aplicados a estudantes de Licenciatura em Matemática e Física	O uso de <i>softwares</i> como facilitador do processo de ensino; dificuldades de aprendizagem são advindas de estudos anteriores em relação a registros, interpretação, propriedades, regras matemáticas e de espaço vetorial; associação entre teoria e prática de forma contextualizada promovem maior aproveitamento.	Utilizar teorias de aprendizagem para analisar o processo de construção de conhecimento. Aplicar, propor e avaliar novas metodologias de ensino, em especial, no ensino à distância conjugado ao ambiente virtual e <i>softwares</i> . Trabalhos com foco na formação de professores.
Estudos aplicados a estudantes de Engenharia e Arquitetura	O uso de sequências didáticas dá maior segurança e domínio do conteúdo abordado em conjunto com o uso de <i>software</i> e de ambientes virtuais de aprendizagem.	Abordar funções e operadores vetoriais e espaços vetoriais. Verificar o uso de sequências didática iniciando com uma situação problema. Utilizar teorias de aprendizagem para analisar os resultados.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir da análise dos trabalhos.

Deste modo, os dados do quadro 05 consolidam as informações necessárias para a apresentação das contribuições dos trabalhos analisados que serão destacadas a seguir.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo fazer uma revisão de estudos em teses e dissertações brasileiras no período de 2010 à 2021 que abordaram o ensino de vetores a partir da experimentação em sala de aula com a aplicação de uma sequência didática para responder a seguinte questão: quais as contribuições das pesquisas sobre o ensino de vetores com experimentação em sala de aula no Brasil no período de 2010 à 2021?

Em relação ao Ensino Médio, os trabalhos mostraram que o uso de recursos didáticos, como folhas quadriculadas, softwares, estimulam e motivam os alunos, além de favorecerem a aprendizagem. Na disciplina de Física, a utilização da realidade aumentada facilita a visualização e o entendimento dos problemas. Outra contribuição significativa, foi sobre a importância do uso conjugado das resoluções de exercícios no caderno e por meio de software.

Para o Ensino Superior, as análises mostraram ser essencial o uso da contextualização para atrelar teoria à prática no ensino de vetores, demonstrando, dessa forma, a real utilização do conteúdo aprendido. Além disso, foi possível perceber as dificuldades dos alunos no assunto de vetores advindo de níveis de ensino anteriores como os relacionados a representação de vetores, operações, propriedades e conceituais.

Sobre a contribuição da utilização de sequências didáticas para o ensino de vetores, essas se mostraram como um excelente e poderoso recurso pedagógico, em especial, quando atrelada às teorias de aprendizagem matemática e a abordagem com o uso de software e jogos.

De forma geral, a revisão dos trabalhos nos permitiu concluir sobre a importância do ensino de vetores em todas as modalidades de ensino, além de ser uma alternativa rápida e prática para a resolução de problemas da Geometria Analítica e da Física. A aplicação das sequências de ensino

revelou entusiasmo, participação, aprendizado satisfatório dos alunos e agilidade na resolução de questões em todas as categorias analisadas.

A análise dos resultados também nos impulsionou a formulação de questões que podem nortear futuros trabalhos na área de Ensino e de Educação Matemática.

A primeira questão é: Quais avanços seriam obtidos em relação a aprendizagem ao utilizar o ensino por atividades experimentais? O estudo que apresente esse resultado poderia nortear a elaboração de sequências didáticas tornando o processo de ensino aprendizagem mais autônomo e significativo, além de, investigar o uso de uma outra metodologia de ensino.

A segunda questão é: Como o ensino de vetores a partir da resolução de problemas como ponto de partida poderia melhorar o processo de ensino aprendizagem? A contribuição desse estudo pode apresentar resultados de busca de novos conhecimentos a partir de outros pré-existentes e a sua influência na aprendizagem, entusiasmo e autonomia.

A terceira questão é: Como a elaboração de sequências didáticas tendo por foco o jogo de quadros pode contribuir para o ensino de vetores geométricos? O trabalho com esse foco seria importante para dar aos docentes um caminho para a elaboração de sequências didáticas e analisar a sua aplicação a partir de uma teoria de aprendizagem matemática.

A quarta questão: De que forma as questões dos livros didáticos podem colaborar no processo de ensino aprendizagem e na elaboração das situações didáticas? Essa análise possibilitará a avaliação das questões dos livros didáticos e sua posterior utilização e/ou reelaboração para o ensino de vetores possibilitando ao docente um diagnóstico da contribuição destas no ensino de vetores e a sua utilização como um recurso didático potencialmente significativo.

No mais, a análise dos trabalhos com experimentação em sala de aula nos possibilitou refletir sobre como as pesquisas vêm sendo realizadas, seus resultados e contribuições e o que ainda precisa ser explorado para a

melhora do processo de ensino, aprendizagem e avaliação do ensino de vetores.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. **Vetores: interações a distância para a aprendizagem de Álgebra Linear**. 2010. 125f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, 2010.
- BISPO, C. **Uma sequência de Ensino-Aprendizagem como facilitador no ensino de vetores**. 2017. 73f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, 2017.
- COUTO, R. **Proposta de utilização de Código de Barras como recurso didático para o ensino de aritmética modular e de vetores em uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública da cidade de Petrolina-PE**. 2017.102f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro/BA, 2017.
- DIAS, A. S. **A utilização de vetores auxiliando o aprendizado da Geometria Analítica no Ensino Médio**. 2018. 67f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2018.
- FURLANI, C. **O uso de conceitos vetoriais em Geometria Analítica no Ensino Médio com o auxílio do Geogebra**. 2016.134f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR, 2016.
- GONTIJO, I. A. **A Elaboração e uso de material didático manipulativo para explorar conceitos de Cinemática Vetorial: uma proposta para o ensino fundamental**. 2017. 131f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG 2017.
- GUARDA, S. M. **Objetos virtuais de aprendizagem e sua aplicação no ensino de conceitos da geometria analítica**. 2018. 82f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Fronteira Sul, Chapecó/RS, 2018.
- LOPES, L. M. L. **Formação e reelaboração de imagens e definições de conceito relacionadas ao ensino de vetores em geometria analítica**. 2019.100f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade de Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG, 2019.
- LUCAS, R. D. de. **Geogebra e Moodle no Ensino de Geometria Analítica**. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade de São Carlos, São Carlos/SP, 2010.
- OLIVEIRA, C. **Geometria Analítica e vetores no ensino médio**. 2020. 85f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas/MS, 2020.
- PATRICIO, R. S. **As dificuldades relacionadas à aprendizagem do conceito de vetor à luz da teoria dos registros de representação semiótica**. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas), Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2010.
- PEREIRA, R. A. A. **Aprendizagem do conceito de espaço vetorial = Learning of the concept of vector space**. 2017. 195f. Tese (Doutorado Em ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2017.

RAMOS, J. M. **O uso do jogo de xadrez como metodologia para o ensino de vetores.** 2020. 87f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá/PA, 2020.

REIS, A. F. **Ensinando operações com Grandezas Físicas Vetoriais no ensino médio através de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.** 2016.114f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade de São Carlos, São Carlos/SP, 2016.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, set/dez. 2006. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/24176/22872>>. Acesso em: 07/05/2021.

SAIB, E. **Simulações Computacionais 3D como ferramentas de apoio ao Ensino de Física.** 2018. 117f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, 2018.

SANTOS, F. A. dos. **Aplicação de Vetores à Computação Gráfica:** um estudo de caso. 2018. 84f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro/BA, 2018.

SILVA FILHO, D. P. da S. **Vetores Geométricos:** contribuições para a construção dos conteúdos matemáticos no ensino médio. 2017.70f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Piauí, Parnaíba/PI, 2017.

SOUZA, L. C. de. **VETORRA - Software para o cálculo de operações vetoriais com realidade aumentada.** 2014. 152f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Universidade Severino Sombra, Vassouras/RJ, 2014.

SOUZA, P. do C. **Uma investigação por meio de uma sequência didática com o software Geogebra para o estudo de vetores no ensino médio.** 2015. 155f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes/RJ, 2015.

SOUZA, R. L. **Representações Semióticas como instrumento didático no ensino e aprendizagem de vetores.** 2019. 95f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional), Universidade Estadual do Maranhão, São Luís/MA, 2019.

VIDIGAL, É. D. **Desenvolvimento de uma sequência didática para o processo de aprendizagem dos produtos de vetores.** 2014.150f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2014.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/2317/2233>>. Acesso em: 07/05/2021.

Recebido em: 17 de março de 2022.

Aprovado em: 28 de julho de 2022.

Publicado em: 20 de janeiro de 2023.

