



PROPOSTA CURRICULAR PARA O ENSINO DOS OBJETOS DA ÁLGEBRA LINEAR COMO CONCEITOS FUNDAMENTAIS EM CURSOS DE ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6342

Autores: JOAO SAMOMA FERNANDO, ALEXANDRE KAWANO

Resumo: Este projeto visa elaborar uma proposta curricular para o ensino dos objectos da Álgebra Linear como conceitos fundamentais em cursos de Engenharia para o ensino de Álgebra Linear como base nos cursos de Engenharia, alinhando-se aos avanços na ciência do ensino. Considerando as dificuldades no ensino-aprendizagem dessa disciplina, busca-se identificar os conceitos mais usados nas engenharias. A pesquisa segue abordagem qualitativa (Bogdan e Biklen, 1994), analisando como os conceitos são trabalhados nas disciplinas específicas. A coleta de dados será feita por meio da análise de trabalhos acadêmicos, livros, documentos normativos, entrevistas e gravações com docentes do IME e da Poli-USP. Com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais, que orientam a formação por competências, espera-se construir uma proposta curricular atualizada, capaz de melhorar o ensino da Álgebra Linear e desenvolver habilidades competências aos engenheiros, servindo como subsídio de criação de novas propostas.

Palavras-chave: : Proposta, Ensino de Engenharia, Currículo, Álgebra Linear, Competências., Proposta

PROPOSTA CURRICULAR PARA O ENSINO DOS OBJETOS DA ÁLGEBRA LINEAR COMO CONCEITOS FUNDAMENTAIS EM CURSOS DE ENGENHARIA

INTRODUÇÃO

Contextualização e Problemática

A Álgebra Linear é uma disciplina fundamental em quase todos os domínios da Matemática e até mesmo de outras áreas, como as ciências da Economia, Medicina, Engenharia e Física e lecionada geralmente nos primeiros anos em universidades brasileiras, angolanas e internacionais.

No entanto, a Álgebra é considerada uma disciplina complexa e frustrante no campo do ensino universitário como é defendido por pesquisadores nacionais (CELESTINO,2000;COIMBRA,2008) e internacionais (BARROS, ARAÚJO E FERNANDES, 2013;BARROS,2018;DORIER,2000).

BARROSO (2009,p.390) afirma que “no Brasil, em particular, a disciplina de Álgebra Linear está presente nos programas de primeiro ano em praticamente todos os cursos de graduação em engenharia. Ela serve de base para toda a matemática que permeia as demais disciplinas destes cursos”. Essa mesma ideia é também defendida por DORIER (2000).

A relevância social e científica desta pesquisa está em sua capacidade de estabelecer conexões significativas entre o ensino de Matemática em cursos de Engenharia, sobretudo em relação à disciplina de Álgebra Linear, cuja aplicação ainda se mostra limitada para futuros engenheiros.

Segundo FIRMINO e SIQUEIRA (2017,p.11) “a matemática é indispensável para a comunidade da engenharia e o grande desafio é adequá-la às necessidades de uma linguagem que seja ferramenta para descrever as leis que regem as Ciências da Natureza, sem com isso distanciar das aplicações empíricas”. Ainda assim o mesmo pesquisador é de opinião que o uso de recursos tecnológicos teria um grande papel no processo de ensino e aprendizagem quando usados de maneira correta o que poderia motivar o estudante, não só gerar, ou seja, estruturar seus próprios conhecimentos.

O objetivo é tornar a disciplina mais relevante, conectando-a diretamente com as aplicações que os alunos enfrentarão em suas carreiras. Outro aspeto que poderia ser mencionado para a escolha desse tema é que:

Temos um número maior de trabalhos de Matemática na Engenharia na área de Cálculo, embora podemos perceber com os relatos anteriores a importância da Álgebra Linear para os cursos de Engenharia e que esta é uma disciplina na qual os alunos apresentam dificuldades de compreensão (PHILOT 2022, p. 28).

De facto, defendemos essa posição de PHILOT (2022) e a mesma mostra que se deve apostar cada vez mais em pesquisas na área da Álgebra Linear em cursos de Engenharia.

De maneira geral, espera-se elaborar uma proposta curricular onde as metodologias ativas e a inserção de alguns conceitos de Álgebra Linear tenham um grande impacto no ensino de Engenharia, promovendo o desenvolvimento de habilidades e competências dos futuros profissionais por

meio da resolução de problemas que envolvem essa disciplina (MORAES, 2020).

Algumas metodologias ativas têm sido aplicadas no ensino de Álgebra Linear em escolas Politécnicas brasileiras com o objetivo de promover uma maior interação entre estudantes e professores durante as aulas. No contexto desta pesquisa, essas metodologias assumem papel central, pois se acredita que podem facilitar o processo de ensino-aprendizagem da disciplina nos cursos de Engenharia.

Além do que foi dito, também será considerado o artigo de LIMA e GOMES (2018, p. 927), intitulado “A Inserção de Álgebra Linear no Currículo da Primeira Universidade do Brasil”. Nesse sentido, os autores destacam que:

[...] No curso de Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, desde o início da década de 1950 até 1964, a Álgebra Linear esteve presente como conteúdo de ensino em Complementos de Geometria. Somente em 1965 é que, pela primeira vez, comparece no currículo desse curso uma disciplina intitulada Álgebra Linear. Já nos cursos de Engenharia da Escola Politécnica de São Paulo, a Álgebra Linear surge em 1961 efetivamente como disciplina, momento em que aquela que até então se chamava Elementos de Geometria Analítica e Projetiva, e que desde 1958 contemplava a Álgebra Linear como conteúdo de ensino, foi reintitulada Elementos de Álgebra Linear e Geometria Analítica.

CELESTINO (2000) afirma que os estudos em Educação Matemática, com foco no ensino de Álgebra Linear, foram realizados nos anos 1990, com a criação do Linear Algebra Curriculum Study Group (LACSG) nos Estados Unidos. O movimento matemático discutiu a criação do LACSG na década de 1980, e sua fundação oficial ocorreu em 1986, como parte de um esforço mais amplo para melhorar o ensino. Por volta de 1997, um grupo da universidade da cidade de Campinas começou a difundir esse assunto pelo Brasil.

Além desse histórico, temos informações que as Diretrizes Curriculares Nacionais confirmam a necessidade de atualizar a formação em Engenharia no país, buscando novas formas de ensinar os conteúdos que priorizem atividades multidisciplinares e transdisciplinares, mais contextualizadas, utilizando metodologias ativas, articulando prática e teoria com auxílio de software (BRASIL, 2019).

Compreende-se ainda que a dificuldade no ensino de Álgebra Linear nos cursos de Engenharia tem sido objeto de estudo pelo facto de “essa disciplina ser muito abstrata, lecionada em muitas instituições de maneira tradicional e, por apresentar um formalismo em sua linguagem, dificultando a compreensão dos conteúdos pelos estudantes” (PHILOT, 2022, p. 24).

As dificuldades do ensino-aprendizagem da Álgebra Linear são amplamente discutidas nas pesquisas de Engenharia e áreas afins, no sentido de identificar quais conceitos são mais utilizados e quais poderiam ser inseridos para melhorar a compreensão da necessidade de estudar Álgebra Linear nessas disciplinas, considerando sua contribuição para a formação desses profissionais.

Assim sendo, consideramos pertinente investigar e analisar o currículo de Álgebra Linear nos cursos de Engenharia da Escola Politécnica da USP. Concordamos com SILVA FILHO et al. (2021, p. 131), que abordam o processo de ensino-aprendizagem em Engenharia, destacando a importância de haver apoios a “projetos que modifiquem os currículos globalmente orientando-os para cobrir conteúdos e gerar novas competências esperadas dos engenheiros do século XXI”.

BARROSO (2009,p.3) afirma que “tentar resolver o problema da matemática na engenharia não significa, como pensam alguns, limitar cada vez mais o seu ensino a um número mínimo de ferramentas matemáticas.

Neste sentido, há uma grande preocupação em formar engenheiros tanto em quantidade quanto em qualidade, assegurando que eles possuam as competências necessárias para enfrentar os desafios tecnológicos e científicos atuais.

Dessa forma, a fim de propor e experimentar práticas de ensino de Álgebra Linear com o propósito de minimizar as dificuldades dos alunos e favorecer um ensino diferente, estabeleceremos a questão norteadora que dirigirá nossa pesquisa:

Quais tópicos e metodologias de ensino devem ser incluídos na disciplina de Álgebra Linear para os cursos de Engenharia que contemplam avanços científicos, tecnológicos, aprimorando a compreensão e aplicação dos objetos da Álgebra Linear na Escola Politécnica da USP (EPUSP)?

Para responder esse questionamento, definiremos o seguinte **objetivo geral**: elaborar uma proposta curricular do ensino da disciplina de Álgebra Linear, que favoreça a compreensão dos objetos da Álgebra Linear para o aperfeiçoamento em avanços científicos e tecnológicos na escola Politécnica da USP (EPUSP).

Para o presente estudo serão elaborados os seguintes objetivos específicos:

- Investigar quais os conceitos e ideias centrais de Álgebra Linear que são mais relevantes para serem ensinados em disciplinas de cursos de Engenharia da Escola Politécnica.
- Analisar documentos normativos e curriculares, projetos pedagógicos, livros didáticos, trabalhos acadêmicos e ementas, a fim de elaborar uma proposta curricular adequada para a disciplina de Álgebra Linear em um curso de Engenharia.
- Pesquisar, por meio de entrevista, com professores, quais disciplinas específicas de cada habilitação utilizam os conceitos fundamentais nos cursos de Engenharia e como são explorados esses conceitos.
- Propor metodologias a serem empregadas para o desenvolvimento de habilidades e competências dos futuros profissionais por meio de problemas que envolvem a Álgebra Linear.
- Elaborar e validar a proposta curricular que enfatize o ensino dos objetos da Álgebra Linear como conceitos fundamentais no curso de Engenharia.

1.A ÁLGEBRA LINEAR E O ENSINO DE ENGENHARIA: BASES MATEMÁTICAS, REFORMAS CURRICULARES E DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS.

Nas últimas décadas, aceleraram-se as mudanças tecnológicas e organizacionais, verificando-se impactos em todos os setores da sociedade e a Matemática está sempre presente em todo desenvolvimento tecnológico da humanidade, com as suas devidas aplicações, mostrando que o desenvolvimento das grandes técnicas, fomentou o avanço na era das Engenharias. Para BIEMBENGUT (1997,p.39):

Propor diretrizes para a melhoria do ensino de Matemática na Engenharia remete, inicialmente, a uma melhor compreensão da história desse ensino e indicadores sobre as modificações curriculares ocorridas, em especial, na disciplina de Matemática, que podem ter influenciado o estado de arte do ensino de Matemática das Engenharias.

A Engenharia é arte de criar artefatos ou transformar elementos do meio circundante, cuja sustentação é a Matemática que é considerada uma das suas principais ferramentas.

Segundo o novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa (FERREIRA, 1986, p.654) define Engenharia como a “Arte de aplicar conhecimentos científicos e empíricos e certas habilitações específicas à criação de estruturas, dispositivos e processos que se utilizam para converter recursos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas”. O ensino da Engenharia implica mudanças de currículos que correspondem as necessidades dos atuais e próximos formandos em Engenharia.

BUCHWEITZ (1984), considera o currículo como um tema central na educação no Brasil e no mundo, ainda não há uma definição única e consensual sobre o que ele representa. Muitas vezes, sua análise é feita de forma simplista, ignorando sua complexidade.

Entre as definições existentes, concordamos com BUCHWEITZ (1984, p. 1), que define o currículo como “o programa de estudos, o conteúdo do curso, o planejamento de experiências de aprendizagem, uma série estruturada de aprendizagens pretendidas, um plano de ação e o que se ensina”.

GASPAR e ROLDÃO (2007, p. 29), entendem que o currículo constitui um conceito poliédrico, causa e efeitos de múltiplas influências, mas que inclui, necessariamente, “o que vai ser aprendido, o porquê e o para quê, o como orientar a aprendizagem e com que meios possibilitar a aprendizagem (sublinhado no original)”. Esses exemplos demonstram claramente essa variedade e que existe algumas coincidências no que tange ao ensino, aprendizagem, programas etc.

O currículo pode assumir vários níveis: o nível do currículo formal, oficial ou prescrito, nível do currículo apresentado ou interpretado; currículo escolar; nível do currículo interpretado, desenvolvido e praticado; nível do currículo vivenciado e finalmente o nível do currículo avaliado pelo professor (OLIVEIRA, 2013).

Uma reestruturação curricular da Matemática em um curso de Engenharia deve estar acompanhada de métodos que permitam avaliar sempre que possível, a eficiência do conteúdo, principalmente das ciências básicas e específicas devidas as exigências que o futuro profissional deve possuir (BIEMBENGUT, 1997).

Os estudos evidenciam que a contextualização das ciências básicas no ensino dos cursos de Engenharia está diretamente relacionada, à motivação dos futuros engenheiros que servirão como profissionais na área de pesquisa ou na área de indústria. Para esse assunto da contextualização das Ciências Básicas nas Engenharias, assumimos como referencial a teoria Ciências em Contexto, desenvolvida pela pesquisadora mexicana Patrícia Camarena.

a. Abordagem construcionista no ensino da Álgebra Linear: reconfigurando o papel do professor em cursos de engenharia.

A Álgebra é um ramo da Matemática que estuda relações e estruturas por meio de símbolos e letras. Da Álgebra, derivam outras ciências, como ramos que tratam as particularidades dos diferentes núcleos desta ciência mãe, entre elas a Geometria Algébrica, Teoria dos números, Grupos Algébricos, Teoria de Campos, Teoria das Categorias, Matemática Discreta e Álgebra Linear (Fernando, 2023).

Esta pesquisa focaliza a Álgebra Linear, uma vez que, segundo o Ministério da Educação (MEC), ela desempenha uma “extrema relevância em aplicações matemática sendo considerada como importante ferramenta não só

para o campo matemático, bem como para outras áreas do conhecimento” (BRASIL 2019, p. 1092).

O construcionismo, fundamentado nas ideias de PIAGET (1970) sobre a construção do conhecimento através da interação com o ambiente, e expandido por PAPERT (1985) com a ênfase na construção de artefatos concretos ou digitais como forma de aprendizado, postula que os indivíduos aprendem melhor.

O modelo construcionista, além do professor ser o organizador do ambiente, aquele que propõem os desafios, o mesmo autor defende que ao estudar algo prazeroso o estudante aprenderá mais rápido e melhor, aprendendo, inclusive, com o erro, contrariando a ideia de PIAGET (1970) que defende aspectos cognitivos da assimilação, sem levar em conta o componente afetivo.

PAPERT (1994) promove a interdisciplinaridade, fomenta o uso de tecnologias digitais e incentiva a investigação colaborativa. Tais práticas estão em consonância com as demandas contemporâneas de formação de engenheiros mais críticos, criativos e aptos à resolução de problemas complexos.

O estudante, por sua vez, assume um papel ativo, de protagonista no processo de aprendizagem. O estudante é incentivado a levantar hipóteses, testar ideias, buscar soluções, discutir com colegas e refletir sobre seus próprios processos de pensamento. Essa tendência leva o estudante a criar diferentes habilidades e competências para sua futura atividade profissional (ABENGE, 2022).

No caso da Álgebra Linear, isso pode se traduzir em atividades como modelagens de situações reais (por exemplo, estruturas mecânicas, circuitos elétricos ou transformações geométricas), simulações computacionais de sistemas lineares ou projetos com dados reais.

A proposta curricular para o ensino da Álgebra Linear em cursos de Engenharia parte do pressuposto de que os conceitos fundamentais como vetores, matrizes, determinantes, sistemas de equações, transformações lineares e espaços vetoriais, produto vetoriais, autovalores, autovetores, base e dimensão devem ser tratados não apenas como objetos matemáticos abstratos, mas como instrumentos para a modelagem, compreensão e solução de problemas do mundo real (ANTON E RORRES, 2013).

Nesse sentido, a abordagem construcionista oferece um terreno fértil para a integração entre teoria e prática.

Portanto, ao aplicar os princípios do construcionismo, o ensino da Álgebra Linear nos cursos de Engenharia pode deixar de ser um obstáculo na formação dos estudantes e se tornar uma poderosa ferramenta de compreensão do mundo e intervenção técnica na realidade.

A abordagem construcionista no ensino de Álgebra Linear em cursos de Engenharia pode ser aplicada por meio de estratégias como projetos práticos, nos quais os alunos utilizam conceitos como espaços vetoriais, transformações lineares e autovalores para resolver problemas reais, como análise de estruturas, processamento de sinais ou controle de sistemas.

b. Reflexões sobre o Ensino de Álgebra Linear em Cursos de Engenharia

Nos cursos de ensino superior na área de Ciências Exatas, é comum a existência de dificuldades relacionadas às disciplinas que integram o núcleo básico em diferentes cursos. A Álgebra Linear é uma das disciplinas frequentemente associadas a esses desafios.

Milies (2018, p.5) na sua obra “*Breve História da Álgebra Abstracta*” afirma que:

Há dois factores que contribuem fundamentalmente para o desenvolvimento da Álgebra: de um lado, a tendência a aperfeiçoar as notações, de modo a permitir tornar o trabalho com as operações (e equações) cada vez mais geral possível e, por outro lado, a necessidade de introduzir novos conjuntos de números com o consequente esforço para compreender sua natureza e sua adequada.

De acordo com COIMBRA (2008), a Álgebra Linear possui múltiplas origens. Algumas estão associadas à geometria, enquanto outras, como o estudo de sistemas de equações lineares, não apresentam essa ligação direta. A vertente mais geométrica da Álgebra Linear remonta a Leibniz, que, ao criticar os métodos analíticos de Descartes e Fermat, buscou desenvolver um cálculo geométrico baseado nos próprios objetos da geometria. Embora não tenha atingido seu objetivo, sua proposta abriu novas possibilidades de pesquisa.

Muitos estudantes questionam a relevância da Álgebra Linear para a sua formação em engenharia, o que pode levar à falta de motivação e ao adiamento da disciplina e elevadas taxas de reprovação observadas em várias universidades brasileiras reforçam a urgência de revisar as metodologias pedagógicas e o currículo adotado.

São várias as dificuldades que os estudantes apresentam quanto a aplicação de alguns tópicos de Álgebra Linear, no decorrer das aulas, o que leva vários pesquisadores a dar respostas a certos problemas.

Diversas propostas pedagógicas e resultados de pesquisas buscam melhorar o ensino e a aprendizagem da Álgebra Linear em engenharia. TEIXEIRA (2016) propôs uma metodologia que combina Peer Instruction, Seminários e Engenharia Didática, demonstrando resultados positivos na compreensão de conceitos abstratos e no incentivo à investigação e à aplicação prática.

A busca por maior contextualização é uma das principais recomendações de CAMARENA (2002) com a sugestão de utilizar a Teoria da Matemática no Contexto da Ciência e sua metodologia (Diseño de Programas de estudio de matemáticas em carreras de ingeniería) DIPCING para vincular a Álgebra Linear a outras ciências e às situações profissionais dos engenheiros.

Outras pesquisas exploram o uso de mapas conceituais como ferramenta didática e a adaptação do ensino para ambientes híbridos pós-pandemia com o uso de recursos interativos e atividades práticas remotas.

O mapa conceitual é uma representação gráfica da estrutura de um determinado conhecimento. A sua construção segue etapas específicas, como: "identificação e hierarquização dos conceitos, organização em duas dimensões, definição das relações entre os conceitos por meio de linhas e descrições, revisão e finalização do esquema" (BUCHWEITZ, 1984, p. 5).

2. METODOLOGIA

Este projeto adota uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória, por permitir uma compreensão aprofundada do fenômeno estudado a partir da realidade educacional vivenciada, como destacam BORTOLOTTI (2015) e MINAYO (2004). A investigação será conduzida por meio de um estudo de caso do tipo piloto na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), com foco no curso de Engenharia Naval, visando analisar práticas, documentos, matrizes curriculares e experiências relacionadas ao ensino de Álgebra Linear.

Serão utilizados três procedimentos metodológicos principais: Pesquisa bibliográfica, com base em teses, dissertações, artigos científicos e projetos pedagógicos que tratam do ensino e aprendizagem de

Álgebra Linear nos cursos de Engenharia (VERGARA, 2014). A revisão da literatura subsidiará a fundamentação teórica da proposta curricular.

Pesquisa documental, que consistirá na análise das ementas, livro didáticos de Álgebra Linear, programas de disciplinas e projetos pedagógicos da Escola Politécnica da USP. Essa análise visa compreender como os conceitos fundamentais da Álgebra Linear são apresentados no currículo (GIL, 2022).

Sendo assim, para enriquecer o objeto de estudo serão utilizadas entrevistas estruturadas e semiestruturadas, com cinco docentes do Instituto de Matemática e Estatística (IME) e três professores de disciplinas específicas da Engenharia, com o objetivo de identificar a interdisciplinaridade entre os conteúdos de Álgebra Linear e as práticas de formação profissional.

As entrevistas serão gravadas e analisadas por meio da técnica de análise de conteúdo (TOZONI-REIS, 2009). A análise e o tratamento dos dados envolverão uma abordagem interpretativa, buscando identificar recorrências, relações e inferências relevantes para a construção de uma proposta curricular contextualizada e coerente com os desafios da formação em Engenharia.

3.RESULTADOS DA REVISÃO TEÓRICA: ENSINO DE ÁLGEBRA LINEAR NA ENGENHARIA

A literatura evidencia que o ensino de Álgebra Linear em cursos de Engenharia enfrenta desafios relacionados à didática, ao currículo e às metodologias utilizadas. O *Linear Algebra Curriculum Study Group* (LACSG) concluiu que “ não existe uma maneira única de ensinar Álgebra Linear, contudo deve-se entender melhor como os estudantes aprendem, e saber que, o conteúdo e a estratégia a serem aplicados dependem de cada situação e contexto” (TEIXEIRA, 2016, p.39), ao contrário, os métodos devem ser adaptados conforme o perfil dos alunos e o contexto educacional.

CELESTINO (2000), um dos precursor nas pesquisas sobre o ensino de Álgebra Linear no Brasil, identificou apenas seis estudos na década de 1990, baseando-se “em relatórios de pesquisa de uma equipe da Universidade de Campinas, que envolveu alunos integrantes de cursos de ciências exatas da UNICAMP, Universidade de São Paulo e Universidade Estadual Paulista” PHILOT BIACHINI (2018, p.97). Esses estudos destacaram a dificuldade da disciplina e o foco no aluno. Anos depois, CHIARI (2013) analisou treze trabalhos entre 2000 e 2010 no banco da CAPES, com mais de 60% oriundos da PUC/SP e cerca de 85% defendidos a partir de 2005 em diante, com aproximadamente 40% entre 2008 e 2010, evidenciando um decréscimo modesto. Ambos traçaram um panorama das pesquisas em Ensino de Álgebra Linear no Brasil.

Entre 2010 e 2024, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) registrou 20 trabalhos com os descritores “Álgebra Linear” e “Engenharia”, dos quais apenas seis abordavam os conceitos com enfoque aplicado. Ao incluir o descritor “Currículo” nos critérios de busca, o número caiu para três. No catálogo de teses e dissertações da CAPES encontrou-se quatro teses e treze dissertações entre 2009 e 2024, sendo a de PHILOT (2022) a mais recorrente e relevante para o tema.

Estudos como os de PHILOT (2022) e TEIXEIRA (2016) ressaltam a necessidade de contextualizar os conteúdos de Álgebra Linear nas práticas pedagógicas da Engenharia, especialmente no uso de conceitos como autovalores e autovetores.

Observou-se uma evolução curricular na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pois que a disciplina de Álgebra Linear passou de um formato clássico para uma estrutura dividida em dois módulos (Álgebra

Linear I e II), e mais recentemente foi incorporada ao curso integrado “Fundamentos Científicos e Modelagem para Engenharia (PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA NAVAL, 2024).

A disciplina de Álgebra Linear I e II Linear foi inserida na nova disciplina de complementos da Engenharia I e II nos cursos de Engenharia da Escola Politécnica da universidade de São Paulo com maior especificidade os cursos de Engenharia Naval e Oceânica, Engenharia Química, Engenharia Mecatrônica Integral, Engenharia Mecânica, Engenharia de Minas e Petróleo, Engenharia Metalúrgica /Nuclear, Engenharia Elétrica. Porém, os cursos de Engenharia de Computação e Engenharia Ambiental Integral ainda continuam com o nome de Álgebra Linear (SISTEMA JÚPITER WEB, 2025).

O Projeto Acadêmico da Escola Politécnica da USP (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2023) estabelece diretrizes institucionais para o período de 2023 a 2027, com foco em inclusão, inovação e interdisciplinaridade, com o objetivo de promover um ambiente mais eficaz para o ensino de conteúdos como Álgebra Linear. A instituição também adota metodologias ativas desde 2010, incluindo projetos, estudos de caso, gamificação e aprendizagem por pares, aproximando os conteúdos abstratos das situações práticas da Engenharia.

Finalmente, destaca-se que, com a LDB de 1996, as universidades passaram a ter maior autonomia curricular, o que possibilitou reformulações nos conteúdos, nas cargas horárias e nos pré-requisitos das disciplinas (DEMOLINARI ET AL., 2011).

O atual currículo da Poli-USP busca formar engenheiros capazes de lidar com transformações científicas e tecnológicas, promovendo competências como inovação, visão sistêmica e responsabilidade social. Ao envolver os estudantes em atividades que exigem a aplicação de conceitos de Álgebra Linear em contextos de Engenharia, cria-se uma ponte entre o conhecimento acadêmico e os desafios enfrentados na profissão, como aparece na seguinte tabela:

Tabela 1. Tópicos de Álgebra Linear no curso de Engenharia Naval e Oceânica.

Conceitos de Álgebra Linear	Conteúdos Específicos da Engenharia Naval	Disciplinas	Exemplos Práticos
Sistemas de Equações Lineares	Cálculo de esforços em estruturas e cargas distribuídas	Resistência dos Materiais, Estruturas Navais	Determinar as forças em membros estruturais de um casco usando o método da rigidez (análise matricial).
Matrizes e Determinantes	Modelagem de Estabilidade de embarcações	Hidrostática, Análise de Estabilidade	Cálculo do momento de estabilidade inicial e inclinação usando matrizes para determinar o centro de gravidade
Autovalores e Autovetores	Análise modal de vibrações e resposta dinâmica	Vibrações Mecânicas, Dinâmica de Sistemas	Identificar frequências naturais de vibração de um casco para evitar ressonância.
Transformações Lineares	Simulação de forças Hidrodinâmicas em embarcações	Métodos Computacionais, Hidrodinâmica	Transformações de coordenadas para modelar forças sobre uma superfície curva.

Espaços Vetoriais	Representação de deslocamentos e deformações	Elementos Finitos, Estruturas Navais	Análise do comportamento elástico de materiais utilizados no casco.
Algebras de Matrizes	Controle e automação de sistemas navais	Eletrônica Naval, Controle de Sistemas	Cálculo de respostas em circuitos elétricos complexos com múltiplos componentes utilizando Álgebra matricial.

Fonte: Elaboração Própria

Um estudo sobre as práticas de ensino de professores de Álgebra Linear em uma universidade revelou que, apesar do ensino ser predominantemente expositivo, os professores utilizam abordagens diferenciadas e enfrentam dificuldades com a abstração e a contextualização do conteúdo (MORO; VISEU; SIPLE, 2022).

Portanto, PHILOT (2022,p.26) refere que “alguns livros didáticos mais atuais (ANTON; BUSBY; KOLMAN; HILEL; POOLE) apresentam aplicações da Álgebra Linear, com o intuito de mostrar a grande interligação desta com diversas áreas da Matemática”.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Álgebra Linear constitui uma fonte de dificuldades para muitos estudantes do ensino superior, como corroboram estudos realizados a nível nacional e internacional. Face a esta realidade, será importante que se investiguem e implementem metodologias de ensino que conduzam a alterações significativas na aprendizagem dos alunos.

Neste sentido, será fundamental resumir os principais resultados encontrados nos estudos e suas implicações para o ensino da Álgebra Linear nos cursos de Engenharia, além de elaborar relatórios detalhados e artigos científicos para divulgar os resultados do projeto por meio de congressos, seminários com a comunidade acadêmica.

Outrossim, como resultados das pesquisas consultadas encontrou-se a descontextualização dos conteúdos, a falta de interdisciplinaridade da Matemática com outras ciências, Matemática específica para cada Engenharia, o facto dos professores que lecionam as disciplinas básicas serem formados em Matemática pura, o papel desse professor muitas vezes centrado na transmissão unilateral do conhecimento e com domínio limitado em metodologias; ausência de diálogo entre os professores das disciplinas básicas e as disciplinas específicas.

A teoria nos permitiu buscar resultados como abordagens construcionistas de PAPERT (1994); Teoria da matemática no contexto das Ciências, modelo DIPICING de CAMARENA (2002) e mapas conceituais de BUCHWEITZ (1984), que servirão de suporte para pesquisa, porque os conceitos de Álgebra Linear são vários e precisa-se saber quais favorecem para uma interdisciplinaridade nos cursos de Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Para a implementação do estudo, será necessário consultar especialistas de forma presencial, semipresencial ou a distância, a fim de avaliar a proposta.

Agradecimentos

Agradeço à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, na pessoa do Professor André Bergsten Mendes, coordenador do curso de Engenharia Naval e Oceânica, pelo apoio institucional prestado. Estendo minha gratidão ao meu orientador, Alexandre Kawano, pelo acompanhamento constante e à

Direção do Projeto de Desenvolvimento de Ciências e Tecnologias de Angola pelo incentivo e suporte à pesquisa.

Referências bibliográficas

1. ABENGE — Associação Brasileira de Educação em Engenharia. Proposta de Atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia. Brasília: ABENGE, 2022. Disponível em: <https://abenge.org.br/>. Acesso em: 23 maio 2025.
2. ANTON, H.; RORRES, C. **Álgebra linear com aplicações**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
3. BARROS, P. M.; ARAÚJO, C. M.; FERNANDES, J. A. Raciocínios de estudantes do ensino superior na resolução de tarefas sobre matrizes. In: FERNANDES, J. A.; MARTINHO, M. H.; TINOCO, J.; VISEU, F. (Orgs.). **Atas do XXIV Seminário de Investigação em Educação Matemática**. Braga: Centro de Investigação em Educação da Universidade do Minho, 2013. p. 295-308.
4. BARROS, Paula Maria Pereira de. **O ensino e a aprendizagem de conceitos de álgebra linear no ensino superior politécnico**. 2018. Tese (Doutorado) - em Educação) — Universidade do Minho, Braga, 2018.
5. BARROSO, N. **Um Modelo de ensino dos conceitos de cálculo para os cursos de engenharia fundamentada em uma epistemologia histórica e baseado na metodologia da engenharia didática: validação por meio do conceito de integral**. 2009. Tese (Doutorado) - em Engenharia de Teleinformática. Universidade Federal do Ceará. Brasil. Disponível em : <https://blogs.multimeios.ufc.br/wp-content/blogs.dir/33/files/2020/10/Tese-NataliaMariaCordeiro-Barroso.pdf>
6. BIEMBENGUT, M. S. **Qualidade no ensino de matemática na engenharia: uma proposta metodológica e curricular**. 1997. Tese (Doutorado) em Educação) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/158107>. Acesso em: 25 maio 2025.
7. BORTOLOTTI, K. **Metodologia da pesquisa**. Rio de Janeiro: Seses, 2015.
8. BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CES n. 2/2019, de 23 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia, 2019.
9. BUCHWEITZ, B. O uso de mapas conceituais na análise do currículo. In: BUCHWEITZ, B. (Org.). **Análise do currículo: fundamentos e práticas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1984. p. 1–18.
10. CAMARENA, P. Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería. **Revista Innovación Educativa**, v. 2, n. 10 e n. 11, p. 22-28 e 4-12, 2002.
11. CELESTINO, M. R. **Ensino-aprendizagem da álgebra linear: as pesquisas brasileiras na década de 90. 2000**. (Dissertação) -Mestrado em Educação Matemática) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/11157>
12. CHIARI, A. V. **A Álgebra Linear nos cursos de Engenharia: uma proposta de ensino baseada na contextualização**. 2013. 259 f. Tese (Doutorado) - em Educação Matemática — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.
13. COIMBRA, J. L. **Alguns aspectos problemáticos relacionados ao ensino-aprendizagem da Álgebra Linear**. 2008. (Dissertação) -Mestrado em Educação Matemática) — Universidade Federal do Pará, Pará, 2008. Disponível: <http://www.repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/1801>
14. DEMOLINARI, H. C. et al. **Reflexão sobre pré-requisitos em um novo currículo de engenharia através de questionários: visão do professor**.

- Niterói: Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Mecânica, 2011. Disponível em: <https://abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/8/sexoestec/art2133.pdf>. Acesso em: 23 maio 2025.
15. DORIER, Jean-Luc et al. **On a research program concerning the teaching and learning of Linear Algebra in the first-year of a French science university**. In: International Journal of Mathematics Education in Science and Technology, n.31, 2000, p. 27-35.
16. FERNANDO, J. S. Ações metodológicas para a resolução de problemas no processo de ensino-aprendizagem da álgebra linear. RECIPEB: Revista Científico-Pedagógica do Bié, v. 2, n. 2, p. 38–58, 2023. Disponível em: <https://recipeb.espbie.ao/ojs/index.php/recipeb/article/view/143>.
17. FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2. ed. rev. e aum. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
18. FIRMINO, G. L.; SIQUEIRA, A. M. A matemática no ensino de engenharia. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 3, n. 3, p. 331 – 345, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18540/2446941603032017331>.
19. GASPAR, M. I.; ROLDÃO, M. A. **Elementos do desenvolvimento curricular**. Lisboa: Universidade Aberta, 2007.
20. GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
21. LIMA, G. L.; GOMES, E. A inserção da álgebra linear no currículo da primeira universidade brasileira. **BOLEMA**, v. 32, n. 62, p. 927 – 946, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n62a09>.
22. MINAYO, M. C. S. Ciência, técnica e arte: O desafio da pesquisa social. In: MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 22. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004. p. 9–30.
23. MORAES, E. DE A. (2020). *Metodologias ativas no ensino de álgebra linear: Um estado da arte* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Amazonas].
24. MORO, G.; VISEU, F. A. V.; SIPLE, I. Z. Ensino de álgebra linear: traços de uma pesquisa. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 41, n. 3, p. 92 – 99, 2022. DOI: <https://doi.org/10.37779/engenharia.v41i3.4189>.
25. OLIVEIRA, E. C. de. **Impactos da Educação Matemática nos currículos prescritos e praticados: estudo comparativo entre Brasil e Argentina**. 2013. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/1234>. Acesso em: 25 maio 2025.
26. PAPERT, S. Logo: **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1994.
27. PAPERT, S. Logo: **Computadores e Educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.
28. PHILOT, J. M. **Evento contextualizado: uma proposta de ensino e de aprendizagem de autovalor e autovetor no curso de engenharia de controle e automação e áreas afins**. 2022. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: <http://biblio2.pucsp.br/ficha/>. Acesso em: 25 maio 2025.
29. PIAGET, J. **Genetic epistemology**. New York: Columbia University Press, 1970.
30. SILVA FILHO et al. **Engenheiros para quê? Formação e profissão do engenheiro no Brasil**. São Paulo: Blucher, 2021.
31. TEIXEIRA, KATIUSCIA COSTA BARROS. **Dialogando sobre Álgebra Linear: possíveis metodologias de uma prática**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) — Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2016. Disponível em: <https://revistas.uneb.br/index.php/emdebate/article/view/2950>. Acesso em: 25 maio 2025.
32. TOZONI-REIS, M. F. C. **Metodologia da pesquisa**. 2. ed. Curitiba: IESD, 2009.

33. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Naval. São Paulo: EPUSP, 2024.
34. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. *Projeto Acadêmico da Escola Politécnica da USP: 2023–2027*. Coordenação: Reinaldo Giudici; Silvio Ikuyo Nabeta. São Paulo: USP, 2023.
35. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. JúpiterWeb: Sistema de Gestão Acadêmica da USP. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/>. Acesso em: 30 maio 2025. São Paulo: USP, 2025
36. VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

CURRICULAR PROPOSAL FOR TEACHING LINEAR ALGEBRA OBJECTS AS FUNDAMENTAL CONCEPTS IN ENGINEERING COURSES

Abstract

This research project aims to develop a curricular proposal for teaching Linear Algebra topics as fundamental concepts in Engineering courses, incorporating advancements in the science of teaching. The challenges in teaching and learning Linear Algebra are widely discussed in Engineering and related fields, seeking to identify the most commonly used concepts for the development of the proposal. Data collection will be based on an analysis of academic works, textbooks, and regulatory documents, through the content method, data collection will also include interviews and recordings with professors from the Institute of Mathematics and Statistics and the Polytechnic School, both at the University of São Paulo. The National Curriculum Guidelines for undergraduate engineering programs have established that curricula should be structured around competencies and skills instead of content. This study aims to develop an updated curriculum proposal for Linear Algebra in Engineering courses, with the potential to significantly impact the teaching of this discipline and promote the development of skills and competencies for engineers, serving as a foundation for future curriculum innovations.

Keywords: Proposal, Engineering Education, Curriculum, Linear Algebra, Competencies.

