

## Um panorama das dissertações e teses sobre o tema álgebra linear no Ensino Superior no Brasil nos anos de 2011 a 2018

---

JULIANA MARTINS PHILOT<sup>1</sup>

BARBARA LUTAIF BIANCHINI<sup>2</sup>

### Resumo

*Este artigo, de natureza teórica, apresenta uma pesquisa bibliográfica sobre as teses e dissertações no Brasil sobre o tema Álgebra Linear no Ensino Superior publicados entre os anos de 2011 a 2018, com o objetivo de identificar as principais tendências e/ou abordagens das pesquisas realizadas e as lacunas não investigadas. Os 20 trabalhos analisados foram divididos em 6 categorias, sendo estas: Utilização de Recursos Tecnológicos no Ensino e na Aprendizagem; Formação de Professores; Ensino a Distância - EAD; Análise de Livros Didáticos; Currículo e Sequências Didáticas. Neste artigo focamos na categoria A, com dez trabalhos, nos quais buscamos identificar os principais referencias teóricos utilizados, os cursos nos quais foram aplicados e quais os conteúdos abordados. Com essa abordagem identificamos que estes estudos foram conduzidos principalmente nos cursos de Matemática abordando o conteúdo de Transformações Lineares, sendo que o principal referencial teórico utilizado foi a Teoria dos Registros de Representação Semiótica.*

**Palavras-chave:** Álgebra Linear; Ensino e Aprendizagem de Álgebra Linear; Ensino Superior; Tecnologia.

### Abstract

*This theoretical nature article, presents a bibliographic research on the theses and dissertations in Brazil about the theme Linear Algebra in Higher Education published between the years 2011 to 2018, in order to identify the main trends and/or approaches of the researches carried out and the gaps not investigated. The 20 works analyzed were divided into 6 categories, namely: Use of Technological Resources in Teaching and Learning; Teacher Training; Online Distance Learning (ODL); Analysis of Textbooks; Curriculum and Didactic Sequences. In this article we focus on category A, with ten works, in which we seek to identify the main theoretical references used, the courses in which they were applied and which contents were covered. With this approach we identified that these studies were conducted mainly in Mathematics courses addressing the content of Linear Transformations, and the main theoretical framework used was the Registers of Semiotic Representations Theory.*

**Keywords:** Linear Algebra; Teaching and Learning Linear Algebra; Higher Education; Technology.

---

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. PEPG em Educação Matemática – e-mail: ju.philot@gmail.com.

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. PEPG em Educação Matemática – e-mail: barbara@pucsp.br.

## Introdução

As pesquisas em Educação Matemática (Nomura (2014), Prado (2016), Fontenele (2018)) tem revelado a importância do Ensino e Aprendizagem de Álgebra Linear (EAAL) devido a sua conexão com outros ramos da Matemática e a interdisciplinaridade desta com outras disciplinas. Estudos também evidenciam as dificuldades dos estudantes perante este assunto devido à falta de maturidade Matemática dos alunos no momento em que esse conteúdo é abordado e ao formalismo inerente à Álgebra Linear (AL), sendo esses identificados como alguns dos principais entraves Prado (2016).

Buscando superar esses entraves, temos observado que alguns livros didáticos mais atuais (Anton e Busby, Kolman e Hill, Poole) apresentam aplicações da AL, com o intuito de mostrar a grande interligação desta com diversas áreas da Matemática. Fato que é corroborado por Poole (2006, p.xii).

Álgebra Linear é um assunto estimulante. Como ponto de entrada, conduz aos muitos ramos da Matemática com os quais tem ligações, incluindo Álgebra Abstrata, Matemática Discreta, Cálculo, Equações Diferenciais, Geometria, Estatística, Métodos Numéricos, Pesquisa Operacional e Sistemas Dinâmicos. Ela expõe os estudantes a aspectos teóricos, aspectos aplicados e aspectos numéricos da Matemática e tem aplicações em uma gama de variedade de disciplinas (POOLE, D. **Álgebra Linear**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006).

As pesquisas sobre EAAL são relativamente recentes, segundo Celestino (2000) nos Estados Unidos esses estudos iniciaram por volta de 1990, com a criação do Linear Algebra Curriculum Study Group (LACSG). O mesmo autor menciona que, simultaneamente ao que acontecia nos EUA, na França, Jean Luc Dorier publicava sua tese sobre este assunto e, por volta de 1997, um grupo de uma universidade de Campinas começou a difundir este assunto pelo Brasil.

Ao longo dos anos diversos trabalhos com diferentes enfoques foram realizados, investigando aspectos como: quando a AL é apresentada aos alunos, ementa e foco da abordagem, formas como este conteúdo é apresentado, dificuldades apontadas pelos alunos. Por exemplo, o trabalho de Dorier (2002) sobre EAAL constatou que na maioria dos países a disciplina de AL está situada nos primeiros anos da grade curricular da graduação, sendo abordada de duas maneiras diferentes: uma que foca no ensino formal

de Espaços Vetoriais e outra que utiliza uma abordagem mais analítica considerando o estudo do  $\mathbb{R}^n$  e também do cálculo matricial. Do ponto de vista da aprendizagem dos estudantes, o autor discute que as dificuldades são devido ao número de novas definições, assim como a desconexão do conteúdo com as disciplinas anteriormente estudadas. O autor também relata que as abordagens com apelo à intuição geométrica não apresentaram melhora no desempenho dos estudantes.

Alguns trabalhos têm discutido a relação entre a ementa, o foco da disciplina e o uso de aplicações, como por exemplo, o artigo de Carlson et. al (1993) apud Prado (2016, p. 74). Este cita algumas recomendações para um primeiro contato com o conteúdo de AL estudado pelo Grupo LACSG, como por exemplo, a necessidade de se atender o curso em que este conteúdo será ministrado. Relata também que para se definir o formato de uma disciplina precisa-se refletir sobre quais habilidades queremos que o aluno adquira e como estas são utilizadas em suas carreiras. Também sugere que precisa-se desenvolver uma disciplina consolidada e atraente, sem perdermos de vista o rigor dos teoremas e demonstrações, que por muitas vezes auxiliam no entendimento do estudante. Por fim, ainda ressalta que em um primeiro contato com o conteúdo de Álgebra Linear, o foco deveria ser matricial, com utilização de *softwares* e que o aluno já tenha cursado uma disciplina de Cálculo e esta esteja bem consolidada.

Com relação às dificuldades dos estudantes, Dubinsky (1997, p. 5 apud PRADO, 2016, p.79), em seus estudos, apresenta, uma interpretação do artigo de Carlson (1993), sobre as 4 principais dificuldades dos alunos na aprendizagem de alguns conteúdos da Álgebra Linear:

- 1) O curso é ministrado cedo demais e os alunos são muito pouco sofisticados.
- 2) As dificuldades têm a ver com os conceitos e os estudantes têm pouca experiência de aprendizagem com ideias diferentes dos algoritmos procedimentais mais fáceis.
- 3) Os alunos não têm experiência com o uso – muito menos a determinação – de diferentes algoritmos ao trabalhar com um conceito em diferentes contextos.
- 4) Conceitos são introduzidos sem ligação particular com os conceitos que os alunos já têm experiência (DUBINSKY, 1997 apud PRADO, 2016, p.79).

No Brasil dois estudos procuraram apresentar um panorama das pesquisas em EAAL realizadas no Brasil na década de 90 e nos anos 2000.

Celestino (2000) em sua dissertação de mestrado construiu um panorama sobre as pesquisas que tinham como objeto de estudo o ensino de Álgebra Linear na década de 1990. Neste trabalho o autor procurou sintetizar estudos que tinham principalmente o aluno como foco da investigação no ensino e aprendizagem dos conceitos da Álgebra Linear. Para esta investigação, Celestino se baseou 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. Esses relatórios, buscavam identificar as disciplinas que os alunos indicavam como fonte de maior dificuldade e a AL foi apontada como uma das mais difíceis devido a abstração dos conceitos envolvidos. Desta forma, Celestino evidenciou as principais dificuldades dentro do EAAL e apresentou propostas para superá-las.

Um trabalho complementar ao de Celestino foi apresentado em um artigo realizado por Chiari (2013), no qual a autora investigou no banco de teses e dissertações da CAPES trabalhos sobre EAAL entre os anos de 2000 e 2010. A autora relata que foram encontrados treze trabalhos dos quais mais de 60% pertencia a PUC/SP, sendo que aproximadamente 85% foram defendidos de 2005 em diante, com aproximadamente 40% entre 2008 e 2010.

Diante deste cenário, resolvemos fazer uma pesquisa de cunho bibliográfico considerando os trabalhos sobre EAAL disponíveis no Banco de Teses da CAPES realizadas entre os anos 2011 a 2018.

## **1 Metodologia**

Para sistematizar a pesquisa uma busca no Banco de Teses da CAPES foi realizada para identificar as teses e dissertações que abordavam o EAAL no ensino superior. A busca foi conduzida no segundo semestre de 2018, utilizando o termo entre aspas “Álgebra Linear”, sendo que esta encontrou 276 trabalhos, o que tornava inviável a leitura. Para refinar a busca foram utilizados alguns filtros.

Inicialmente, foram selecionados nos filtros deste banco de dados somente as opções mestrado acadêmico e doutorado - pois estávamos interessados em teses e dissertações a fim de termos um panorama do que se tem feito sobre esse tema no Brasil, - o que reduziu para 167 trabalhos. O próximo refinamento foi o período, no qual foram considerados trabalhos entre os anos de 2011 a 2018 de forma a complementar os levantamos realizados na dissertação do Celestino (2000) e o artigo da Chiari (2013)

citados acima, que apresentaram um panorama sobre o tema na década de 90 e entre os anos de 2000 a 2010, respectivamente.

Esse refinamento reduziu nossa busca para 81 teses e dissertações. A partir da leitura dos títulos foi possível identificar que muitos trabalhos eram da área de Matemática e Engenharia mas não tratavam do EAAL. Por fim, os últimos filtros selecionados nesta plataforma foram os ícones grande área e área do conhecimento. No ícone grande área selecionamos os termos “Multidisciplinar” e “Ciências Humanas”, e no filtro sobre área de conhecimento, os termos “Ensino de Ciências e Matemática”, “Ensino” e “Educação”, foram escolhidos, resultando assim em 29 trabalhos. Como o interesse era em trabalhos que abordavam o EAAL no ensino superior, foram retirados alguns trabalhos sobre Geometria Analítica e outros que tratavam de Álgebra Linear mas com foco no ensino fundamental e médio. Desta forma, restaram 20 trabalhos que foram investigados em nosso estudo. Na próxima seção esses trabalhos são apresentados e agrupados em algumas categorias (não excludentes) baseado nos principais assuntos de seus conteúdos. Por fim, para a disciplina de Álgebra Linear, identificamos quais os cursos mais apontados, quais dentre os conteúdos ministrados tem sido mais abordados nas dissertações e teses e quais os principais focos.

## **2 Apresentação e Análise dos dados**

As dissertações e teses utilizadas neste trabalho foram selecionadas do banco de teses da CAPES, com o propósito de realizar um levantamento das pesquisas que abordassem o tema Álgebra Linear. Como resultado encontramos 20 trabalhos que foram distribuídos em 6 categorias: (A) Utilização de Recursos Tecnológicos no Ensino e na Aprendizagem; (B) Formação de Professores; (C) Ensino a Distância - EAD; (D) Análise de Livros Didáticos, (E) Currículo e (F) Sequências Didáticas. Os trabalhos analisados podem estar em mais de uma categoria como pode ser observado no Quadro 1. A partir dessa categorização, neste artigo, faremos um breve resumo da categoria A. Decidimos por essa categoria pois metade dos trabalhos selecionados se enquadram nela.

Apontaremos nos trabalhos a seguir, principalmente quais foram os objetivos dos trabalhos, quais referenciais teóricos e metodologia foram utilizadas, quem foram os sujeitos de pesquisa e alguns dos principais resultados.

**Quadro 1: Trabalhos selecionados envolvendo EAAL entre 2011 e 2018.**

Categories	Programa	Autor	Ano	Título	Nível	Instituição
A	Educação em Ciências e Matemática	Rosana Maria Luvezute Kripka	2018	Uso de tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem de Álgebra Linear na perspectiva das teorias da aprendizagem significativa e dos registros de representação semiótica	DO	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
F	Educação	Francisca Cláudia Fernandes Fontenele	2018	Contribuições da Sequência Fedathi para o desenvolvimento do Pensamento Matemático Avançado: Uma análise da mediação docente em aulas de Álgebra Linear	DO	Universidade Federal do Ceará
B e E	Educação em Ciências e Matemática	Luciane Nunes Ribeiro	2018	Uma análise do movimento de constituição da ementa da disciplina de Álgebra Linear na Licenciatura em Matemática	ME	Universidade Federal de Goiás
B, D e F	Educação em Ciências e Matemática	Fernando Cardoso de Matos	2017	Praxeologias e modelos praxeológicos institucionais: o caso da Álgebra Linear	DO	Universidade Federal do Pará
F	Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática	Ricardo Alexandre Alves Pereira	2017	Aprendizagem do Conceito de Espaço Vetorial	DO	UNICAMP
D	Educação Matemática	Celso Luiz Andreotti	2017	Vetores e suas representações em livros didáticos de Engenharia	ME	Universidade Anhanguera de São Paulo
A	Ensino de Matemática	Everton Francisco Ferreira Santiago	2017	O uso de representações gráficas para a construção do conhecimento sobre Espaço Vetorial	ME	Universidade Federal do Rio De Janeiro (UFRJ)
B e E	Educação Matemática	Eneias de Almeida Prado	2016	Álgebra Linear na Licenciatura em Matemática: contribuições para a formação do profissional da Educação Básica	DO	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
B, D e F	Educação Matemática	Maria Eliana Santana da Cruz Silva	2016	Concepção de Transformação Linear por estudantes de Licenciatura em Matemática	DO	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
A	Educação Matemática	Thais Michelli Stori da Silva	2016	Sistemas Lineares: uma proposta apoiada na exploração de registros semióticos e na utilização de um recurso computacional	ME	Universidade Anhanguera de São Paulo
F	Ensino de Ciências e Educação Matemática	Mariany Layne de Souza	2016	Dependência e Independência Linear: um estudo a respeito das dificuldades e concepções de Licenciandos em Matemática	ME	Universidade Estadual de Londrina
A e F	Educação Matemática	Marcos de Miranda Paranhos	2015	Parametrização e Movimentação de Curvas e Superfícies para uso em Modelação Matemática	DO	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
A, B e C	Educação Matemática	Andriceli Richit	2015	Formação de Professores de Matemática da Educação Superior e	DO	UNESP-Rio Claro

				as Tecnologias Digitais: aspectos do conhecimento revelados no contexto de uma comunidade de prática online		
A	Educação Matemática	Eliza Souza da Silva	2015	Transformações Lineares em um curso de Licenciatura em Matemática	DO	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
A e C	Educação Matemática	Aparecida Santana de Souza Chiari	2015	O papel das tecnologias digitais em disciplinas de Álgebra Linear a distância: possibilidades limites e desafios	DO	UNESP-Rio Claro
A e D	Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática	Valdinei Cesar Cardoso	2014	Ensino e Aprendizagem de Álgebra Linear: uma discussão acerca de aulas tradicionais, reversas e de vídeos digitais	DO	UNICAMP
F	Educação Matemática	Joelma Iramac Nomura	2014	Esquemas cognitivos e mente matemática inerente ao objeto matemático autovalor e autovetor: traçando diferenciais na formação do Engenheiro	DO	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
A	Educação Matemática	Odithom Elias da Silva Arrebola	2013	Uma sequência didática sobre Transformações Lineares em um ambiente de Geometria Dinâmica	ME	Universidade Bandeirantes Anhanguera de São Paulo
F	Educação	Francisca Cláudia Fernandes Fontenele	2013	A sequência Fedathi no ensino da Álgebra Linear: O caso da noção de base de um Espaço Vetorial	ME	Universidade Federal do Ceará
A	Ensino de Matemática	Rodrigo Gomes Devolder	2012	Uma Tecnologia para Redação Matemática e seu uso na elaboração de um curso de Álgebra Linear	ME	Universidade Federal do Rio De Janeiro (UFRJ)

**Fonte:** Elaborado pela primeira autora. ME: Mestrado; DO: Doutorado.

Na categoria A estão os trabalhos que estudam a influência do uso de tecnologia no EAAL. Os trabalhos de Kripka (2018), Chiari (2015), Cardoso (2014) e Devolder (2012), dão mais destaque ao emprego da tecnologia com diferentes abordagens, como emprego de *softwares*, ambientes virtuais, uso de vídeos e diferentes metodologias. Já os trabalhos Arrebola (2013), Silva (2015), Silva (2016) e Santiago (2017) não dão tanto destaque à tecnologia como foco da pesquisa mas sim como uma ferramenta importante para o ensino e a aprendizagem. E os trabalhos Paranhos (2015) e Richit (2015) embora se enquadram na categoria A também fazem parte de outras categorias distintas, categoria F e categoria B, respectivamente, tendo seus focos nestas. Esses trabalhos também não abordam exclusivamente as disciplinas de AL, estudando também Cálculo Diferencial e Integral (CDI) e Geometria Analítica (GA) e por esse motivo não

descreveremos neste artigo.

O estudo realizado por Kripka (2018) tinha como objetivo, por meio dos discentes e docentes, investigar os pontos fortes e fracos referente ao uso de recursos tecnológicos digitais nos processos de EAAL. Considerando as perspectivas da Aprendizagem Significativa e dos Registros de Representação Semiótica, foram elaboradas tarefas desenvolvidas em sala de aula, utilizando a mesma sequência didática e recursos tecnológicos, que foram aplicadas em três turmas regulares da disciplina de AL do curso de Engenharia Civil de uma instituição do Rio Grande do Sul. Duas turmas realizaram tarefas usando continuamente recursos tecnológicos digitais, enquanto na terceira turma estes foram utilizados em apenas uma tarefa. Esses recursos envolviam tecnologias como geotecnologias e os aplicativos GeoGebra, MATLAB e Planilha Excel. Como principal conclusão, Kripka constatou que houve uma maior compreensão dos conceitos e uma aprendizagem mais significativa, na disciplina em que o uso das tecnologias digitais foram utilizadas continuamente, facilitando a mediação pedagógica, a compreensão e a construção de conceitos Matemático. Apesar desses indicativos não houve diferença estatística significativa entre as notas médias dos grupos analisados.

O trabalho de Cardoso (2014) teve por objetivo analisar qual a influência dos vídeos digitais e da metodologia de ensino adotada na contribuição dos conceitos de AL. Adotou como referencial teórico as Teorias dos Campos Conceituais, os Registros de Representação Semiótica e Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, realizou-se uma pesquisa qualitativa, seguindo a abordagem de Campbell e Stanley (1979). Esta abordagem foi empregada em dois cursos de graduação em Física: o primeiro, com uma turma presencial e a gravação de pequenas vídeo aulas para aprimorar as aulas ministradas, e o segundo, utilizando a metodologia das aulas reversas. O autor percebeu que a utilização dos vídeos digitais para estudar AL, por parte dos alunos, está relacionado com qual a metodologia de ensino está sendo adotada pelo professor. Cardoso também observou que o uso de vídeos juntamente com as aulas reversas ocasionou uma melhor relação entre professor e estudante, facilitando o processo de conceitualização.

A dissertação de Devolver (2012) desenvolvida no LIMC/UFRJ tem um foco um pouco diferente dos outros trabalhos desta categoria, sendo que esta propõe uma tecnologia para redação de textos Matemáticos e apresenta uma descrição funcional de sua implementação por meio da integração de duas plataformas computacionais: um



Sistema de Gestão da Aprendizagem (Moodle) e um Sistema de Computação Algébrica (Máxima). Neste trabalho, aplicado em um curso de AL II oferecida por dois períodos letivos sucessivos a alunos das Engenharias. O autor identificou que essa metodologia proporcionou ao professor uma ferramenta para a complementação didática e aos estudantes um espaço favorável para a discussão dos conteúdos.

A pesquisa conduzida por Arrebola (2013) buscou contribuir na investigação e análise das dificuldades encontradas pelos estudantes no tópico de Transformações Lineares, empregando um ambiente de geometria dinâmica (Cabri). Utilizando a Teoria de Registros de Representações Semióticas de Durval, uma sequência didática foi proposta e aplicada na disciplina AL, mais especificamente, para alunos do Bacharelado em Matemática de uma instituição privada de ensino superior da cidade de Santos (SP). O autor mostrou nos resultados que com uso desses sujeitos houve um ganho na aprendizagem do assunto “Transformações Lineares em  $\mathbb{R}^2$  e  $\mathbb{R}^3$ ” com a utilização desse recurso em relação à aprendizagem em um ambiente tradicional. Corroborando com essa percepção, os questionários aplicados ao final da pesquisa indicaram que o uso desse recurso computacional foi favorável à aprendizagem.

Em um estudo conduzido por Silva (2015), que teve como propósito investigar de que forma estudantes resolvem problemas conceituais em relação ao tema “Transformações Lineares” com o uso de tecnologias digitais (*software* GeoGebra). Baseado na Teoria das Situações Didáticas, a autora elaborou uma sequência didática e a aplicou no curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Estadual do Pará. Segundo a autora, alguns dos resultados apontaram que a abordagem proposta por meio de uma sequência didática com mediação por tecnologias digitais pode auxiliar os estudantes a desenvolver autonomia na aprendizagem, ainda que permaneçam dificuldades relacionadas à construção conceitual.

Outro trabalho que investiga o Ensino e Aprendizagem do tema “Sistemas Lineares” foi desenvolvido por M.E. Silva (2016). O objetivo da autora foi investigar em que medida uma abordagem, integrando a articulação dos Registros de Representação Semióticos com um recurso computacional (*software* Winplot), favorece a construção do conceito de Sistemas Lineares com três incógnitas. Este estudo foi aplicado em um grupo reduzido de estudantes do curso de Ciência da Computação de uma instituição privada da cidade de São Paulo. A autora enfatiza que análise das produções discentes revelou avanços na construção do conceito de sistemas lineares de três incógnitas, indicando

que uma abordagem que articule o registro algébrico com o registro gráfico, auxilia na assimilação das relações existentes entre a Geometria Analítica Espacial e a AL.

O trabalho Santiago (2017) teve por objetivo investigar de que modo a utilização de recursos computacionais visuais, dinâmicos e interativos (*software* GeoGebra), pode contribuir para a construção do conhecimento sobre Espaço Vetorial. O referencial teórico adotado foi o da Psicologia da Educação Matemática como em Vinner (1991) e Tall e Vinner (1981). A investigação foi aplicada para dez alunos da disciplina AL do primeiro ano do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (Nilópolis). Como resultados, o autor destaca que essa abordagem permitiu aos participantes concretizar e experimentar visualmente e numericamente conceitos abstratos de AL.

Como exemplo do emprego de ambientes virtuais, o trabalho de Chiari (2015) utiliza diversos *softwares* em diversos aspectos e possui como objetivo compreender o papel das tecnologias digitais nos processos educativos associados a disciplinas de AL. A Teoria Enraizada é empregada em uma pesquisa qualitativa aplicada em quatro cursos de Licenciatura em Matemática a distância vinculados à Universidade Aberta do Brasil (UAB), no contexto de seus Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Chiari mostrou que, do ponto de vista da disciplina de AL, há um desequilíbrio entre as abordagens formal, algébrica e geométrica, destacando a necessidade de estimular o movimento entre elas, e que este pode ser favorecido pelo uso das tecnologia digitais.

## **Considerações Finais**

O panorama realizado neste artigo nos permitiu constatar que embora exista um número significativo de trabalhos com o tema EAAL, principalmente nas categorias A (10 trabalhos) e F (8 trabalhos), ainda temos muitas lacunas a serem preenchidas. Por exemplo, temos somente 4 trabalhos na categoria B, 2 na categoria C, 3 na categoria D e 2 na categoria E. A maioria dos trabalhos da categoria A, aproximadamente 70%, foi realizada entre os anos de 2011 a 2015, enquanto para a categoria F, aproximadamente 62,5%, foram realizados entre 2016 e 2018, lembrando que um trabalho pertence a ambas categorias. Esse fato pode indicar uma mudança de tendência das pesquisas relacionadas com EAAL.

Observamos que quatro dos dez trabalhos analisados conduzem suas pesquisas considerando os cursos de Licenciatura em Matemática ou Bacharelado em Matemática.

Somente 2 trabalhos investigam AL nos cursos de Engenharia. Por se concentrarem nos cursos de Matemática, estes estudos podem de forma direta ou indireta contribuir para a formação dos professores, uma vez que esses podem utilizar abordagens similares com seus futuros alunos.

O conteúdo de AL que mais apareceu foi Transformações Lineares, mas identificamos que ainda poucas propostas trabalham com os conteúdos de AL de maneira mais dinâmica, contextualizada e articulada.

Por fim, quanto ao referencial teórico empregado nesses trabalhos da categoria A, identificamos como o principal a Teoria dos Registros de Representação Semiótica mas outros como Teoria Enraizada, Aprendizagem Significativa e Teoria das Situações Didáticas também foram utilizados.

## **Agradecimentos**

Agradeço a CAPES pelo suporte financeiro.

## **Referências**

- ANDREOTTI, C. L. **Vetores e suas representações em livros didáticos de Engenharia**. São Paulo, 2017. 228p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN, São Paulo.
- ANTON, H.; BUSBY, R. C. **Álgebra Linear Contemporânea**. Traduzido por: DOERING, Claus I. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- ARREBOLA, O. E. da S. **Uma sequência didática sobre transformações lineares em um ambiente de geometria dinâmica**. São Paulo, 2013. 202 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Universidade Bandeirantes Anhanguera de São Paulo.
- CARDOSO, V. C. **Ensino e Aprendizagem de Álgebra Linear: uma discussão acerca de aulas tradicionais, reversas e de vídeos digitais**. São Paulo, 2014. 205 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduados em Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, UNICAMP, Campinas.
- CELESTINO, M. R. **Ensino-aprendizagem da Álgebra Linear: as pesquisas brasileiras na década de 90**. São Paulo, 2000. 113 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- CHIARI, A. S. de S. Ensino de Álgebra Linear e Tendências em Educação Matemática: relações possíveis. In: **XI Encontro Nacional de Educação Matemática**, 2013, p. 1-15.
- CHIARI, A. S. de S. **O papel das tecnologias digitais em disciplinas de Álgebra Linear a distância: possibilidades, limites e desafios**. São Paulo, 2015. 206p. Tese (

Doutorado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro.

DEVOLDER, R. G. **Uma tecnologia para redação matemática e seu uso na elaboração de um curso de Álgebra Linear**. Rio de Janeiro, 2012. 46 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Ensino da Matemática). Programa de Pós-Graduados em Ensino da Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FONTENELE, F. C. F. **A Sequência Fedathi no ensino da Álgebra Linear: o caso da noção de base de um Espaço Vetorial**. Ceará, 2013. 93 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduados em Educação, Universidade Federal do Ceará.

FONTENELE, F. C. F. **Contribuições da Sequência Fedathi para o desenvolvimento do Pensamento Matemático Avançado: uma análise da mediação docente em aulas de Álgebra Linear**. Ceará, 2018. 192 p. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduados em Educação, Universidade Federal do Ceará.

KOLMAN, B.; HILL, D. R. **Introdução à Álgebra Linear com Aplicações**. 8.Ed. LTC, 2006.

KRIPKA, R. M. L. **Uso de tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem de Álgebra Linear na perspectiva das teorias da aprendizagem significativa e dos registros de representação semiótica**. Rio Grande do Sul, 2018. 591 p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

MATOS, F. C. **Praxeologias e modelos praxeológicos institucionais: o caso da Álgebra Linear**. Pará, 2017. 323 p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Pará.

NOMURA, J. I. **Esquemas Cognitivos e Mente Matemática inerentes ao objeto matemático autovalor e autovetor: traçando diferenciais na formação do Engenheiro**. São Paulo, 2014. 349 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

PARANHOS, M. de M. **Parametrização e Movimentação de Curvas e Superfícies para uso em Modelação Matemática**. São Paulo, 2015. 147 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

PEREIRA, R. A. A. **Aprendizagem do conceito de Espaço Vetorial**. São Paulo, 2017. 195 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduados em Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, UNICAMP, Campinas.

POOLE, D. **Álgebra Linear**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

PRADO, E. de A. **Álgebra Linear na Licenciatura em Matemática: contribuições para a formação do profissional da Educação Básica**. São Paulo, 2016. 252 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

RIBEIRO, L. N. **Uma análise do movimento de constituição da ementa da disciplina de Álgebra Linear na Licenciatura em Matemática**. Goiás, 2018. 207 p. Dissertação

(Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás.

**RICHIT, Andriceli. Formação de Professores de Matemática da Educação Superior e as Tecnologias Digitais.** São Paulo, 2015. 305 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro.

**SANTIAGO, E. F. F. O uso de representações gráficas para a construção do conhecimento sobre Espaço Vetorial.** Rio de Janeiro, 2017. 149 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática). Programa de Pós-Graduados em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**SILVA, E. S. Transformações Lineares em um curso de Licenciatura em Matemática: uma estratégia didática com uso de tecnologias digitais.** São Paulo, 2015. 198 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

**SILVA, M. E. S. da C. Concepção de Transformação Linear por estudantes de Licenciatura em Matemática.** São Paulo, 2016. 126 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

**SILVA, T. M. S. Sistemas Lineares: uma proposta apoiada na exploração de registros semióticos e na utilização de um recurso computacional.** São Paulo, 2016. 202 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Universidade Bandeirantes Anhanguera de São Paulo.

**SOUZA, M. L. Dependência e Independência Linear: um estudo a respeito das dificuldades e concepções de Licenciandos em Matemática.** Paraná, 2016. 126 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduados em Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina.