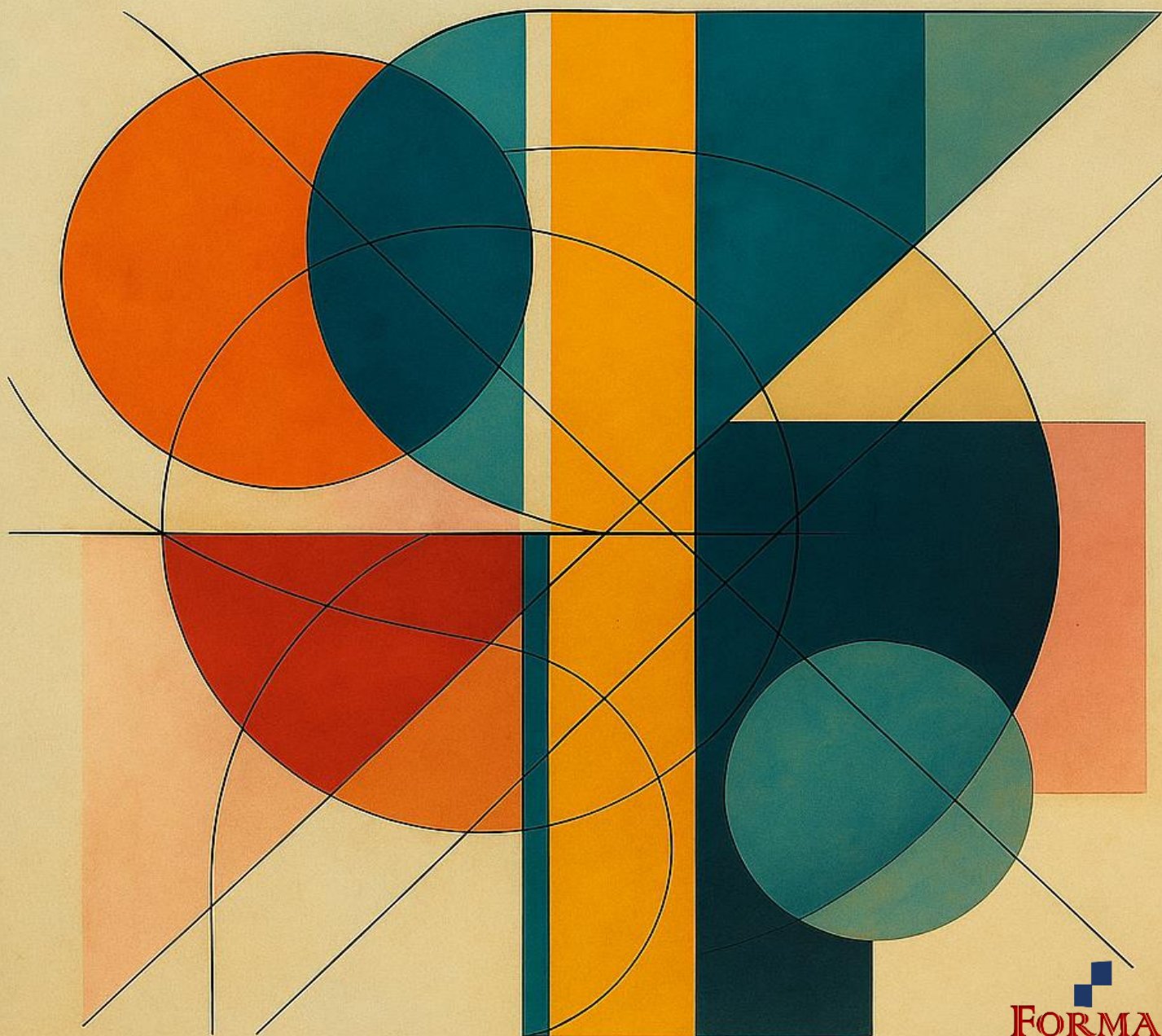


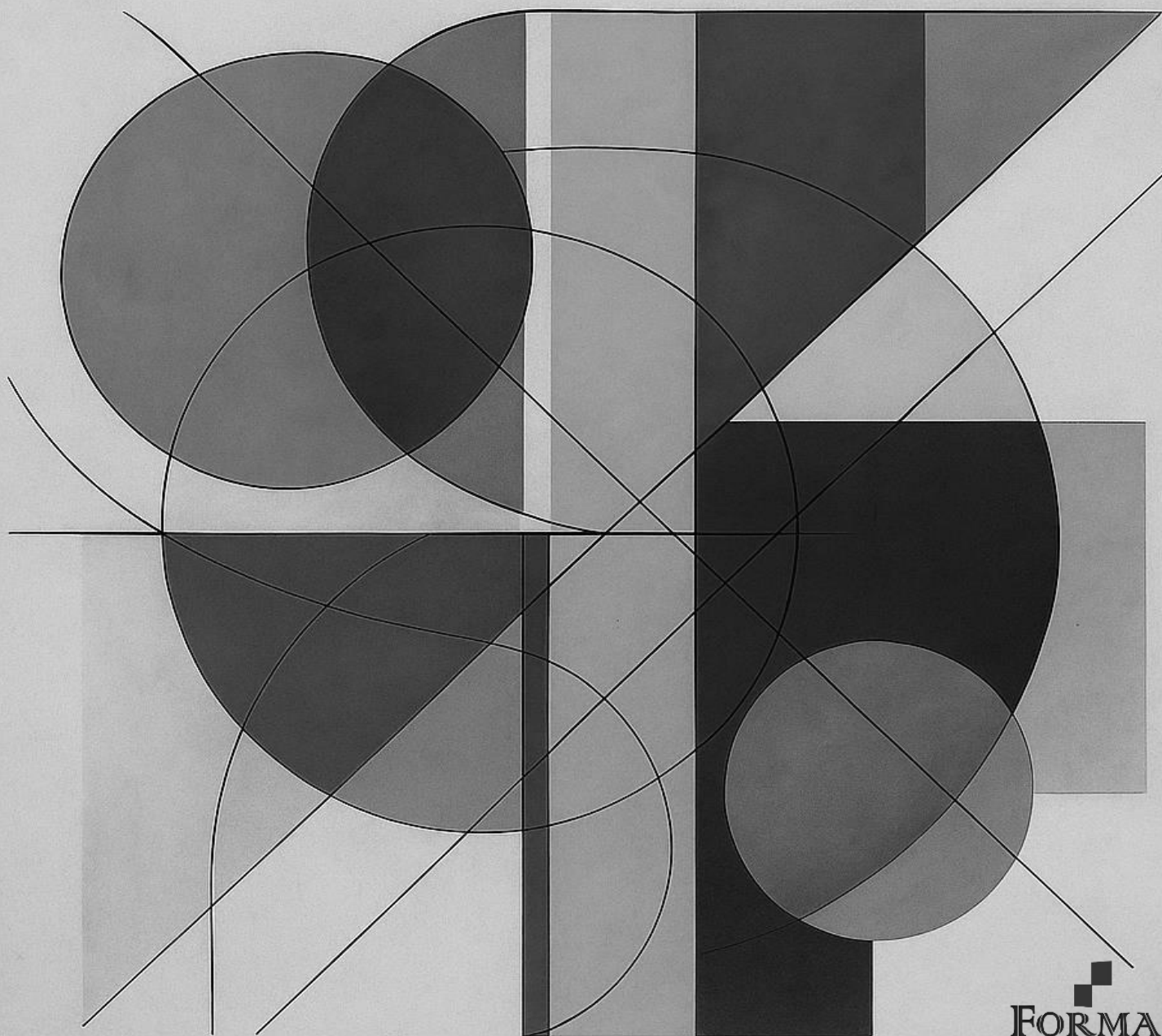
Rubens Saviano
Joana Paulin Romanowski

OS ESTUDOS DE RAIMOND DUVAL E A RESOLUÇÃO DE SISTEMAS LINEARES NO PERÍODO DE 2000 A 2024: UMA ANÁLISE DOS TEXTOS E DE SUA TEORIA



Rubens Saviano
Joana Paulin Romanowski

OS ESTUDOS DE RAIMOND DUVAL E A RESOLUÇÃO DE SISTEMAS LINEARES NO PERÍODO DE 2000 A 2024: UMA ANÁLISE DOS TEXTOS E DE SUA TEORIA



© 2025 – Forma Educacional Editora

www.formaeducacional.com.br

formaeducacional@gmail.com

Autores

Rubens Saviano

Joana Paulin Romanowski

Editor Chefe: Jader Luís da Silveira

Editoração: Resiane Paula da Silveira

Capa: Forma Educacional

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Ma. Heloisa Alves Braga, Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, SEE-MG

Me. Ricardo Ferreira de Sousa, Universidade Federal do Tocantins, UFT

Me. Guilherme de Andrade Ruela, Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF

Esp. Ricael Spirandeli Rocha, Instituto Federal Minas Gerais, IFMG

Ma. Luana Ferreira dos Santos, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Ma. Ana Paula Cota Moreira, Fundação Comunitária Educacional e Cultural de João Monlevade, FUNCEC

Me. Camilla Mariane Menezes Souza, Universidade Federal do Paraná, UFPR

Ma. Jocilene dos Santos Pereira, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Ma. Tatiany Michelle Gonçalves da Silva, Secretaria de Estado do Distrito Federal, SEE-DF

Dra. Haiany Aparecida Ferreira, Universidade Federal de Lavras, UFLA

Me. Arthur Lima de Oliveira, Fundação Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do Estado do RJ, CECIERJ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Os Estudos de Raimond Duval e a Resolução de Sistemas Lineares no Período de 2000 a 2024: Uma Análise dos Textos e de Sua Teoria

S267o / Rubens Saviano; Joana Paulin Romanowski. – Formiga (MG): Forma Educacional Editora, 2025. 31 p. : il.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5492-142-8

DOI: 10.5281/zenodo.17428745

1. Estudos de Raimond Duval. 2. Resolução de Sistemas Lineares. I. Saviano, Rubens. II. Romanowski, Joana Paulin. III. Título.

CDD: 512.5

CDU: 51

Os conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.

Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Forma Educacional Editora

CNPJ: 35.335.163/0001-00

Telefone: +55 (37) 99855-6001

www.formaeducacional.com.br

formaeducacional@gmail.com

Formiga - MG

Catálogo Geral: <https://editoras.grupomultiatual.com.br/>

Acesse a obra originalmente publicada em:

<https://www.formaeducacional.com.br/2025/10/os-estudos-de-raimond-duval-e-resolucao.html>



**OS ESTUDOS DE RAYMOND DUVAL E A RESOLUÇÃO DE
SISTEMAS LINEARES NO PERÍODO DE 2000 ATÉ 2024:
UMA ANÁLISE DOS TEXTOS E DE SUA TEORIA**

RUBENS SAVIANO
JOANA PAULIN ROMANOWSKI

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
METODOLOGIA DO ESTUDO	14
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
Referências.....	26
Autores.....	31

RESUMO

O objeto de estudo deste artigo foca como os Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval são empregados na Resolução de Sistemas Lineares atrelados às tecnologias. O problema da pesquisa está relacionado à busca de pesquisas, teses e dissertações, sobre como a Teoria dos Registros de Representação Semiótica tem contribuído à resolução e à compreensão das possíveis representações gráficas empregadas no estudo das soluções dos Sistemas de Equações Lineares. A metodologia é de revisões sistemáticas do tipo estado da arte considerando como fonte de consulta o catálogo de teses e dissertações da Capes, no qual foram localizados 24 pesquisas sobre o assunto. Os resultados obtidos apontam para o fato de diferentes registros de representação de objetos matemáticos terem sido realizados, com a utilização de ambientes dinâmicos que permitem examinar o tratamento desses objetos atrelados à prática e à investigação matemática em sala de aula.

Palavras - chave: Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Tecnologias da Informação. Engenharia Didática. Sistemas Lineares. Estado da Arte.

ABSTRACT

The object of study of this article is to investigate how Raymond Duval's Semiotic Representation Records are used in the Resolution of Linear Systems linked to technologies. The study is carried out based on the interest in raising scientific research carried out between the year 2000, after the initial milestone of Duval's studies, which was the year 1995 on his theory, and the year 2024, which was the last research found and which addresses the subject observing the possibilities of representing mathematical concepts through information technology and analyzed Theses and Dissertations from the Capes database. The research problem is related to the search for information on how the Theory of Semiotic Representation Records has contributed to research linked to the resolution and understanding of the possible graphical representations of the possible solutions of a System of Linear Equations. The results obtained indicate that different registers of representation of mathematical objects are carried out, with mathematicians appropriating them using dynamic environments that allow researchers to treat these objects in conjunction with mathematical practice and research in the classroom.

Keywords: Theory of Semiotic Representation Registers. Information Technologies. Didactic Engineering. Linear Systems. State of the Art

INTRODUÇÃO

O objeto de estudo deste artigo é a aplicação de Registros de Representação Semiótica, conforme proposto por Raymond Duval, na resolução de Sistemas Lineares. A investigação centra-se em como esses registros vêm sendo abordados na literatura acadêmica desde a divulgação dessa teoria em 1995. Foi priorizado no estudo o foco da articulação com a tecnologia da informação no processo de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos.

A investigação elege como problema de pesquisa: Como os Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval têm sido utilizados nas pesquisas acadêmicas, desde 1995 a 2024, no contexto da resolução de Sistemas Lineares, e de que forma essas pesquisas integram o uso de tecnologias da informação para representar conceitos matemáticos? O objetivo do estudo se expressa do seguinte modo: analisar criticamente a produção científica, publicada, entre os anos de 1995 a 2024, que trata da utilização dos Registros de Representação Semiótica de Duval na resolução de Sistemas Lineares, buscando identificar tendências, lacunas e possibilidades de representação de conceitos matemáticos com o apoio das tecnologias da informação.

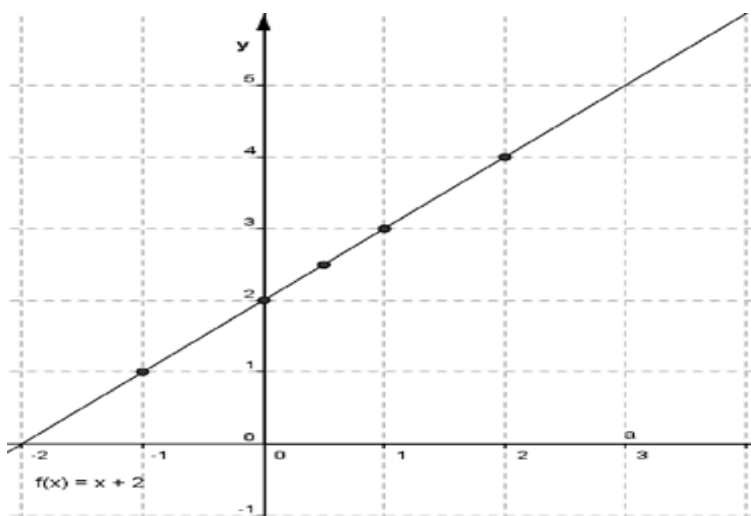
A Teoria dos Registros de Representação Semiótica, criada por Duval em 1995, constitui-se no Referencial Teórico que dá suporte à análise de dados de teses e de dissertações, estando relacionado ao objeto de estudo. As investigações baseadas na Teoria dos Registros de Representação Semiótica na resolução de Sistemas de Equações Lineares apoiada na Teoria de Duval, são o alvo deste estudo que foi realizado junto ao Banco de Teses e Dissertações da Capes. O estudo inclui indicar as Universidades Brasileiras que possuem Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação, em Educação Matemática e em Ensino de Matemática, em que desenvolvem essas pesquisas. Nesse levantamento foram

encontradas pesquisas sobre o assunto em cerca de vinte e um programas espalhados pelas diferentes regiões do país.

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica se origina nos estudos Desenvolvidos por Raymond Duval que, a partir do ano de 2003 identificou todas as contribuições da Teoria que teve seu embrião conceitual nas idéias desenvolvidas em publicações de Charles Sanders Peirce (1839-1914) e de Ferdinand de Saussure (1957-1913). O termo Registro de Representação Semiótica é utilizado por Duval para indicar diferentes tipos de representação possíveis para um objeto matemático tais como a representação escrita em língua natural, a representação algébrica, a representação gráfica e a representação geométrica que está relacionada às figuras. Para ele, um registro de representação pode ser considerado semiótico quando for possível permitir a formação de uma representação identificável chamados de tratamento que é uma transformação ocorrida no mesmo sistema de representação. Assim uma transformação interna que ocorre dentro de um mesmo registro tais como a transformação da equação $x + 9 = 12$ em $x = 3$ e às conversões que são consideradas por Duval como uma transformação que são feitas de um registro de representação para outro, fazendo referência ao mesmo objeto matemático tendo como exemplo a transformação de uma função do primeiro grau representada na sua forma algébrica para a representação gráfica.

Exemplificando: Considere a função representada pela seguinte expressão algébrica: $y = x + 2$. Trata-se de uma função afim que pode ter alguns de seus pontos representados na tabela 1 e na figura 1 seguintes

Figura 1: Representação Gráfica da função afim (ou do primeiro grau) cuja representação algébrica é $y = x + 2$



Fonte: A própria pesquisa

Tabela 1: Conjunto de pontos pertencentes a função afim (ou do primeiro grau) cuja representação algébrica é $y = x + 2$

-1	1
0	2
1	3
2	4
1/2	5/2

Fonte: A própria pesquisa

Como podemos ver nesse exemplo, um objeto matemático – no caso, uma função afim, ou do primeiro grau, pode permitir diferentes registros de representação tais como: a expressão algébrica, o gráfico e a tabela.

No entendimento de Duval a compreensão dos objetos matemáticos somente será possível com a coordenação, pelo sujeito que aprende, de vários registros de representação. Ou seja, quanto maior for a mobilidade com registros de representação diferentes do mesmo objeto matemático, maior será a possibilidade de apreensão desse objeto, no caso dos Sistemas de Equações Lineares, facilitando assim a aprendizagem desses conteúdos. Assim, exminar as pesquisa que tem abordao essa teoria constitui uma contribuição para

O texto está organizado de modo a detalhar os procedimentos metodológicos, os resultados da pesquisa e a discussão que expressa as possibilidades de representação de conceitos matemáticos com o apoio das tecnologias da informação conforme identificado nas publicações analisadas no estado arte. Com efeito, o ensino e a aprendizagem no campo das equações lineares carecem de abordagens que favoreçam a visualização, a compreensão conceitual e a articulação entre diferentes registros de representações semióticas, conforme proposto por Duval (2003). Nas palavras do autor (Duval, 2003, 19). As tecnologias digitais se apresentam como mediadoras na conversão e coordenação de representações — como gráficos, tabelas, expressões algébricas e linguagem natural — promovendo aprendizagens mais significativas e integradas.

METODOLOGIA DO ESTUDO

Trata-se um estudo de Revisão de Literatura que segue as orientações de Koller, Couto e Hohendorff (2014, p. 41), que definem esse modo de escrita a partir de uma produção como uma “avaliação crítica do material já produzido e publicado” com o propósito de “organizar, integrar e avaliar estudos relevantes a respeito de determinado tema”.

Além disso, foram considerados as indicações de Romanowski e Ens (2006), cuja abordagem contribui para a construção de uma revisão sistemática fundamentada.

A metodologia é de abordagem qualitativa, em estudo de revisão sistemática do tipo estado da arte. O estudo assume os pressupostos de que o balanço das pesquisas já existentes expressa o processo de dimensionamento da ciência em cada área do conhecimento, a fim de que se examine periodicamente o conjunto de informações e resultados já obtidos sobre determinado objeto de investigação. Essas análises favorecem “diagnosticar temas relevantes, emergentes e recorrentes, indicar os tipos de pesquisa, organizar as informações existentes bem como localizar as lacunas existentes” (Romanowski e Ens, 2002, p.14).

Em relação a fonte de consulta foi eleito o Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, considerando o período de 1995 a 2024, por ter sido 1995 a publicação de Duval da Teoria do Registros de Representação Semiótica. E no desenvolvimento da consulta ao Catálogo foram realizados os seguintes procedimentos com base na escolha (Romanowski, 2025):

- escolha criteriosa do tipo de publicação a ser examinada. Nesse estudo as teses e as dissertações;
- seleção dos descritores para orientar as buscas “e”;
- consulta ao banco de dados: catálogo de Teses e Dissertações da Capes;

- organização do material encontrado com base nos critérios de teses e dissertações sobre;
- leitura inicial dos títulos e resumos para triagem;
- hierarquização dos trabalhos conforme critérios de relevância, que está apresentado em quadro;
- análise dos trabalhos selecionados que compõem o corpus do estado da arte.

Para análise dos dados dos corpos de estudo, foi empregado o roteiro PICOC, proposto por Richardson et al(1995):

- P(População); quem é o grupo de indivíduos
- I(Intervenção): qual é a intervenção a ser realizada, exposição ou fator que está sendo considerada?
- C(Comparação): as intervenções semelhantes e diferenciadas
- O (Outcome – Resultado), quais são os resultados e efeitos obtidos
- C(contexto); em nível de ensino, qual ambiente os circunstâncias a pesquisa está sendo realizada?

Em relação ao desenvolvimento da investigação segue-se o modelo proposto por Koller, Couto e Hohendorff (2014), que tratam do desenvolvimento da Revisão de Literatura. Nesse modelo são indicados os seguintes momentos: em um primeiro momento, a definição e delimitação do tema de pesquisa, utilizando a técnica da pirâmide invertida. Essa técnica parte de uma abordagem ampla e genérica, afunilando progressivamente para aspectos mais específicos e delimitados. Em seguida, procede-se à busca e organização dos materiais, especialmente teses e dissertações, com base em palavras-chave ou descritores previamente definidos, a fim de assegurar a relevância e consistência dos dados analisados.

Desse modo, a partir da técnica da pirâmide invertida, que valoriza o status da informação, permitindo que o leitor acesse os dados mais importantes constantes em um texto logo no início de uma redação, facilitando sua leitura e compreensão, esse estudo tomou como campo o ensino de matemática que no catálogo de teses e dissertações constam 9.418 trabalhos; em seguida verificando o descritor Sistema de Equações Lineares, foram localizados 1.206 trabalhos. Ainda no campo genérico consultando a base de dados com o descritor registro de representação semiótica foram indicados 483 estudos. No segundo momento consultando de modo mais

específico a partir das palavras-chave ou descritores: sistema de equações lineares, registro de representação semiótica, softwares de geometria dinâmica os dados obtidos indicaram: 20 estudos dos sistemas lineares; 92 trabalhos sobre “o ensino de álgebra linear”; 10 sobre “ensino de sistema de equações lineares”. Na combinação dos termos foram listados um total de 128 teses e dissertações, voltadas para os estudos dos Registros de Representação Semiótica relacionados aos diversos objetos matemáticos.

Durante a sistematização dos dados, constatou-se a presença de trabalhos repetidos em virtude de sua ocorrência em diferentes listagens de palavras-chave. Ou seja, alguns estudos apareciam mais de uma vez por estarem vinculados a múltiplas palavras-chave. Essas repetições foram excluídas, sendo cada trabalho catalogado apenas uma vez.

Em seguida foi realizada a leitura dos títulos e dos resumos resultando em 24 teses e dissertações para compor o corpus de estudo. A primeira publicação ocorreu no ano de 2007 no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e em 2021 foi a data de publicação da última pesquisa encontrada e publicada na Universidade Franciscana do Rio Grande do Sul, estacando que embora nossa busca tenha sido feita em 2022, não encontramos outras publicações sobre o assunto e que preenchia critérios de busca sobre o ensino e a aprendizagem de Sistemas de Equações Lineares com a utilização das tecnologias digitais aplicados a Teoria dos Registros de Representação Semiótica. A distribuição por nível de trabalho indica 3 teses e 21 dissertações, 10 defendidas em mestrados acadêmicos e 11 em mestrados profissionais, além das 3 dissertações defendidas em programas de doutorado acadêmico.

A organização dos dados ocorreu a partir da categorização com objetivo de responder ao problema e aos objetivos da pesquisa onde os dados coletados são analisados através da análise do conteúdo ~~que~~ de acordo com Bardin (2011, p.153). Nesse estudo a análise consiste no desmembramento do texto em categorias agrupadas pelo nível de abrangência, pelo conceito matemático, pelos procedimentos metodológicos e nos aspectos da teoria de Duval. A categorização é utilizada para organizar os dados levantados e, segundo Franco (2005, p.57) nada mais o é que uma operação de classificar os elementos que constituem um conjunto

por diferenciação, vindo em seguida um reagrupamento baseado em analogias, a partir de critérios pré-definidos.

Os resultados obtidos causam indagações, pois foram encontrados poucos trabalhos relacionados ao objeto de estudo sistemas lineares, considerado um importante assunto da Álgebra Linear. O conteúdo está presente nos cursos ligados às ciências exatas, tendo suas bases conceituais no Ensino Fundamental e, perdurando até o Ensino Superior.

Dentre as pesquisas analisadas, identificam-se estudos desenvolvidos em diferentes níveis e modalidades de ensino, com base em abordagens descritivas e na análise de documentos, como currículos acadêmicos, guias, propostas curriculares e livros didáticos. As pesquisas indicam ainda que os sujeitos investigados incluem alunos e professores — em alguns casos apenas alunos, em outros apenas professores, e em alguns ambos.

Destaca-se que a maioria se relaciona a Educação Básica (19), 03 relativos ao ensino fundamental, 10 sobre o ensino médio, 04 que abordam ensino fundamental e médio, simultaneamente, 05 ao ensino superior, 01 ao ensino superior e a educação básica e 01 relacionada a qualquer um nível de ensino. Os dados estão representados na Tabela 02.

Tabela 2: Dados referentes ao quantitativo de Teses e Dissertações levantadas referentes aos Níveis de Ensino

Nível de ensino	Número
Ensino Fundamental	03
Ensino Médio	10
Ensino Superior	05
Relacionadas ao Ensino Fundamental/Ensino Médio	04
Relacionadas a Educação Básica/Ensino Superior	01
Relacionadas a qualquer nível de ensino	01
Total	24

Fonte: Elaborada pelos autores

O número de trabalhos encontrados no nosso levantamento foi igual a vinte e quatro. Em relação a distribuição por estados, destacamos que a maioria (9) desenvolvidas no estado de São Paulo; seguido dos estados do Rio Grande do Sul

e Santa Catarina com 5(cinco) trabalhos cada, vindo, em seguida, os estados do Pará, Paraná, Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais, cada um, com 1 (um) trabalho encontrado.

Na tabela abaixo destacamos o quantitativo de pesquisas levantadas por estados da federação

Tabela 3: Dados Relativos a Distribuição por Estados das Teses e Dissertações Levantadas

ESTADOS	QUANTITATIVO
São Paulo	09
Rio Grande do Sul	05
Santa Catarina	05
Paraná	01
Bahia	01
Espírito Santo	01
Minas Gerais	01
Pará	01

Fonte: Os Autores da Pesquisa

Diante desse quantitativo, os trabalhos são relacionados a Teoria dos Registros de Representação Semiótica atrelados à utilização das tecnologias digitais, em especial, a utilização do *software* de Geometria Dinâmica GeoGebra em sala de aula percebemos que eles começaram a ser publicados a partir do ano de 2007. Assim, a criação deste *software*, que ocorreu no ano de 2001 posterior a primeira publicação de Duval em 1995 sobre os Registros de Representação Semiótica, podem explicar o fato de termos poucas pesquisas publicadas à época.

Na tabela abaixo deixamos explícito o quantitativo de pesquisas e cada ano em que foram defendidas essas pesquisas.

Tabela 3: Dados Referentes aos Ano de Publicação das Teses e Dissertações
Levantadas

ANO DE PUBLICAÇÃO	QUANTITATIVO
2007	01
2008	02
2011	01
2012	02
2013	04
2014	01
2015	01
2016	01
2017	00
2018	03
2019	03
2020	03
2021	02

Fonte: Os Autores da Pesquisa

Tomando por base o quantitativo apresentado acima, faremos, a seguir uma breve categorização que adotamos na análise dos trabalhos encontrados e avaliados na nossa pesquisa.

Definido o objeto de pesquisa e o objetivo foram estabelecidas categorias de análise, adaptadas de Fonseca (2013), indicadas na tabela abaixo. Ressalta-se que elas podem ser modificadas no decorrer do desenvolvimento da pesquisa para adequar-se melhor as propostas das pesquisas levantadas.

Quadro 1: Categorias de Análise e seus Indicadores

CATEGORIAS	INDICADORES
Verificar a presença de dos Sistemas de Equações lineares na Obra levantada	Observar se o Conteúdo Sistema de Equações Lineares está presente (ou não) na Obra Levantada
Situações-problema (verificadas nas atividades propostas)	Se apresenta uma amostra representativa e articulada de situações

	problema que permitam contextualizar, retomar, ampliar e aplicar o conhecimento matemático a situações da própria matemática ou de outras áreas do conhecimento.
Softwares	Se utiliza Softwares que permitam explorar, simultaneamente, as várias Representações Semióticas do Objeto Matemático Sistema de Equações Lineares
Registros de Representação Semiótica	Se utiliza diferentes tipos de registros (língua natural, algébrico, gráfico, entre outros); Se as transformações cognitivas (tratamento e conversão) são exploradas.
Sequências Didáticas	Se utiliza alguma Sequencia Didática
Atividades de Ensino	Se Utiliza Alguma Atividade de Ensino
Análise de Livros Didáticos	Se faz a Análise de Algum Livro Didático
Engenharia Didática	Se usa a Engenharia Didática no desenvolvimento de sua Pesquisa

Fonte: Elaboração dos Autores

As categorias que apresentam um maior quantitativo são as relacionadas às dificuldades apresentadas no processo de ensino e aprendizagem de Sistemas de Equações Lineares, propostas de sequências didáticas e atividades de ensino, assim como a categoria relacionada a presença dos Registros de Representação Semiótica e a Presença de *Software* de Geometria Dinâmica GeoGebra.

As análises apontam para a existência de uma convergência entre as categorias. Várias pesquisas detectaram e até mesmo expuseram trabalhos anteriores que também indicavam a existência de dificuldades no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos relacionados aos Sistemas de Equações

Lineares, seja por parte dos professores em sua prática docente, seja pelos alunos na disposição de entender e assimilar o uso de *softwares* de Geometria Dinâmica na resolução de Sistemas de Equações Lineares.

Com as dificuldades que foram constatadas, os pesquisadores, em sua maioria, partiram para a utilização, em suas pesquisas, de outras propostas de Sequências Didáticas e de Atividades de Ensino, o que os levou a obter resultados mais positivos. Esses fatos são relatados nas pesquisas examinadas, pois apontam resultados relevantes no desenvolvimento da aprendizagem dos participantes das mesmas, naquilo que se refere a aprendizagem de Sistemas de Equações Lineares, assim como uma diminuição no quantitativo dos erros referentes aos conteúdos em estudo.

O que mais chama atenção foi o fato de os pesquisadores utilizarem ferramentas tecnológicas, procurando melhorias na prática educativa dos alunos, buscando uma identificação de possíveis causas das dificuldades apresentadas na resolução de Sistemas de Equações Lineares. A procura por novas ferramentas tecnológicas a serem utilizadas nos trabalhos desenvolvidos em sala de aula, tanto por diferentes representações do conteúdo em análise através de *softwares* de Geometria Dinâmica, como através da utilização de diferentes registros de representação semiótica vão de encontro aos conceitos que embasam a Teoria dos Registros de Representação Semiótica desenvolvida por Raymond Duval (2003). Segundo o autor é necessário que ocorra um desenvolvimento cognitivo do aluno e para que isso ocorra é necessário serem utilizados diferentes registros.

Duval (2003) cita, em seus estudos, quatro tipos diferentes de registros, ou seja, a língua natural, o sistema de escritas (nas formas algébricas, numérica e simbólico), o registro figural e o registro gráfico, além das diferentes representações semióticas dos objetos matemáticos. Diversos pesquisadores procuram identificar as concepções de estudo dos Sistemas de Equações Lineares presentes na literatura brasileira assim como as concepções adotadas pelos professores em sala de aula e pelos alunos.

No que se refere as demais categorias destacadas, considera-se como de fundamental importância a ênfase dada aos conteúdos relacionados aos Sistemas de Equações Lineares abordados nos livros didáticos, em que a pesquisa destaca o tratamento dado aos conceitos relacionados a estes conteúdos e quais são os conceitos abordados naqueles materiais. Das pesquisas 08 estão ligadas em

informações coletadas em livros didáticos e/ou em sequências didáticas e/ou atividades como fonte de coleta de dados; 04 delas consideram apenas os livros enquanto que 02 consideram testes diagnósticos e sequências didáticas e/ou atividades.

Na coleta de dados 05 pesquisas utilizaram como instrumento de coleta de dados as sequências didáticas e/ou atividades, 04 utilizaram o *software* de geometria dinâmica *cabri géomètre*, o *software wimplot* ou o *software GeoGebra* que oferecem a possibilidade de se deslocar do campo algébrico para o campo geométrico e, fazendo assim a mudança de registro conforme descreve a Teoria de Duval.

As pesquisas levantadas e analisadas enfatizam as dificuldades existentes no processo de ensino e aprendizagem relacionados aos Sistemas de Equações Lineares, assim como propostas de sequências didáticas de ensino e atividades de ensino referentes aos conteúdos em análise, o que facilita a identificação dos erros cometidos pelos estudantes e professores ao mobilizar esses conceitos. O fato de que os pesquisadores continuarem a se deparar com dificuldades de aprendizagem e de compreensão dos alunos, relacionados ao ensino e aprendizagem deste conteúdo os levaram à busca de novas alternativas de ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de conteúdo das Teses e Dissertações analisadas nesse artigo, permite concluir que existe uma carência no cenário nacional de trabalhos relacionados a Álgebra Linear, mais especificamente a resolução de Sistemas de Equações Lineares, bem como pesquisas sobre o auxílio da Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval, simultaneamente com o auxílio das Tecnologias Digitais.

A maioria das pesquisas analisadas evidencia e expõe as potencialidades da utilização de recursos tecnológicos digitais no ensino e na aprendizagem de conceitos de Álgebra Linear, já que estes auxiliam ao trabalho dos professores com os diversos registros de representação de um mesmo objeto matemático, assim como permitem a visualização em registro de representação gráfica de conceitos relacionados aos sistemas lineares.

Podemos afirmar que, para analisar o desempenho dos alunos em matemática, devemos considerar a complexidade presente no dia-a-dia das salas de aula, o que nos remete a investigações sobre a prática docente dos professores, quanto às escolhas metodológicas feitas por eles e o desempenho final dos estudantes dentre as várias representações matemáticas dos conceitos referentes ao componente curricular álgebra linear, em especial, aos conteúdos relacionados aos Sistemas de Equações Lineares.

Porém, buscar novas formas de atuação dos professores regentes na utilização das tecnologias em sala de aula, buscando a possibilidade de os estudantes demonstrarem os conhecimentos sobre esses conteúdos e apliquem as representações semióticas apreendidas nos estudos ofertados por Duval, são desafios que exigem formação docente continuada, planejamento didático intencional e integração crítica das tecnologias aos processos de ensino e aprendizagem.

Os estudos produzidos por Duval, e por outros pesquisadores que adotam como base em suas pesquisas a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, mostram quanto a mobilização das diferentes representações de um objeto matemático tem operado de forma positiva na aprendizagem dos alunos quando desenvolvemos o conteúdo Sistema de Equações Lineares.

Com efeito, os diferentes Registros de Representação Semiótica e a introdução das Tecnologias em sala de aula colaboram para o desenvolvimento educacional, possibilitando ao aluno um olhar diferente no que se refere a encontrar as possíveis soluções (caso existam) de um Sistema de Equações Lineares e, nesta perspectiva, esperamos que esse estudo possa contribuir para as pesquisas em andamento na área de Educação Matemática, no que se refere a introdução dos *softwares* de Geometria Dinâmica e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica quanto ao ensino de Sistemas de Equações Lineares. Espera-se contribuir para o aprendizado deste conteúdo em o trabalho dos professores nesse processo é fundamental, pois ao utilizar diferentes representações semióticas, permite ao aluno conhecer os objetos matemáticos relacionados aos Sistemas de Equações Lineares de diferentes modos.

Quanto as contribuições que as Teses e Dissertações levantadas trazem, podemos afirmar que, a partir dos dados obtidos através das interlocuções mantidas com os conhecimentos obtidos na pesquisa, destaca-se os impasses presentes no processo de ensino e da aprendizagem de Sistemas de Equações Lineares na Educação Básica, assim como no Ensino Superior. E muitos dos estudantes apresentam dificuldades na resolução de problemas que envolvem esse conteúdo e a compreensão dessas adversidades contribui, em muito, para o desempenho desfavorável na resolução das equações lineares;

A presença do *software* GeoGebra no processo de ensino e da aprendizagem dos Sistemas de Equações Lineares do tipo 2×2 (duas variáveis e duas incógnitas), assim como dos do tipo 3×3 (três variáveis e três incógnitas) na Educação Básica, assim como no Ensino Superior para a determinação das possíveis soluções destes (caso existam), contribui para o processo desenvolvido em sala de aula.

Como conclusão de nossa pesquisa, ressalta-se que o GeoGebra é um *software* grátis e por apresentar uma fácil adaptação ao usuário, pode promover um ensino interativo. Sua utilização no ensino está relacionada à tendência construtivista, associada ao modelo de ensino híbrido, e se alinha à era da

comunicação, quando se faz o correto uso das tecnologias digitais de informação e comunicação para aprimorar a aprendizagem de Sistemas de Equações Lineares.

Baseando-se na análise das Teses e das Dissertações levantadas concluímos que o *software* de Geometria Dinâmica GeoGebra foi bem recebido e aceito pelos alunos e que impulsionou a aprendizagem do conteúdo, assim como no entretenimento dos alunos já que ele envolve a sua atenção. A utilização constante e manuseio do GeoGebra possibilita ao participante se aperfeiçoar.

Também foi possível perceber que o GeoGebra é um recurso que pode auxiliar o professor no ensino de equações lineares do tipo 2×2 e 3×3 desde que o aluno tenha acesso ao *software*, seja na escola ou em suas residências.

Por fim, é necessário que novos trabalhos surjam e levem em consideração todos os aspectos da Teoria dos Registros de Representação Semiótica e que venham contemplar orientações mais abrangentes do uso da Teoria de Duval, direcionados para o ensino e aprendizagem do conteúdo Sistemas de Equações Lineares do tipo 2×2 e 3×3 .

As Teses e Dissertações levantadas podem ser aprofundadas em outras pesquisas que envolvam essa temática e que permitam colaborar, tanto para ampliar o debate, assim como para recriar o processo de ensino e de aprendizagem dos Sistemas de Equações Lineares na Educação Básica e no Ensino Superior. A divulgação dessas pesquisas junto aos professores podem ser fontes para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem da disciplina de álgebra de forma que seja possível fazer com que nossos alunos evoluam em suas aprendizagens modificando o quadro atual apresentado da educação no país.

Referências

- ANDRADE, J.J. **Registros de Representação Semiótica: Conceituação dos diversos tipos de solução de sistemas lineares usando o software GeoGebra**. Dissertação e Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2018. 191 p,
- ANTON, H.RORRIS, C. **Álgebra Linear com Aplicações**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- ARAÚJO, J. de L. **Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos**. Rio Claro, 2002. Doutorado em Educação Matemática – Universidade Estadual Paulista. 173 p.
- ARTIGUE, M. **Engenharia Didática**. In: BRUN, J. Didática das Matemáticas. Lisboa: Instituto Piaget, 196, p. 193-218, 1996.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 7ª Edição. 2009.
- BARROS, P.M.P. **O Ensino e a Aprendizagem de Conceitos de Álgebra Linear no Ensino Superior Politécnico**. Tese de Doutorado em Ciências da Educação – Especialidade: Educação Matemática. Universidade do Ninho, 2018. 535 p.
- BARTAGLIOLI, C, dos S. **Sistemas Lineares na segunda série do Ensino Médio: um olhar sobre os livros didáticos**. Dissertação de Mestrado Profissional. Pontifícia Universidade Católica. 2018. 113 p.
- BOEMA, M, da. S. **Registros de Representação Semiótica Mobilizados nos Estudos de Sistemas Lineares no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 2015, 165 p.
- BORBA, M. C; PENTEADO, M.G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

BRANDL, E. **As contribuições da Teoria de Registros de Representação Semiótica de Duval na Aprendizagem de Sistemas Lineares no Ensino Médio.** Dissertação de Mestrado Profissional. Universidade de Blumenau. 2018. 186 p.

CATANEO, V.I. **Compreensão Computacional de Sistemas Lineares: Um Estudo de Caso com o Software GeoGebra em Celulares.** Tese de Doutorado da Linguagem. Universidade do Sul de Santa Catarina. 2020. 145 p.

CHAVES, R. **Por que anarquizar o ensino de matemática intervindo em questões socioambientais.** 2004. 223 p. Tese de Doutorado em Educação Matemática – Universidade Estadual Paulista.

COOB, P.; CONFREY, J.; diSena, A.; Lehrer, R.; Schaubert, L. (2003). *Design ingexperiments in education research*, Educational Researcher 32(1); 9-13.

CRUZ, D.G. da. **A utilização de ambientes dinâmicos e interativos na construção e conhecimento distribuído.** Dissertação (173 f.) Programa de Mestrado em Educação Matemática da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2005.

DUVAL, R. **Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão Matemática.** In: MACHADO, S.D.A (org.) *Aprendizagem em Matemática, Registros de Representações Semióticas.* Campinas: Papirus (Coleção Papirus Educação) PP. 11-33,2003.

DUVAL, Raymond. *Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática.* In: **BOLEMA**, v. 19, n. 24, p. 1–30, 2003.

FERREIRA, A.E.G. **A Importância dos Sistemas Lineares no Ensino Médio e a contribuição para a Matemática e suas Aplicações.** Dissertação de Mestrado Profissional. Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2013. 94 p.

FORTES, L.B. **Ensino de Sistemas Lineares usando Modelagem Matemática e Registros de Representação Semiótica em uma Turma do 9º ano do Ensino Fundamental.** Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. Universidade Federal de Santa Catarina. 2021. 92 p.

FRANÇA, M.V.D. **Conceitos Fundamentais de Álgebra Linear: Uma Abordagem Integrando Geometria Dinâmica.** Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2007. 140 p.

GONÇALVES, J. da S. **Análise da Qualidade de Sistemas Lineares: Um Estudo sobre Conversões de Registros com o Auxílio do Software Winplot.**

Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. Universidade Bandeirante de São Paulo. 2012. 298 p.

HOHENDORFF, J.V. **Como escrever um artigo de revisão de literatura**. In: KOLLER, S.H.; COUTO, M.C.P de P; HONENDORFF, J.V(Orgs.). Manual de produção científica (2014). Porto Alegre: Editora Penso.

JORDÃO, A.L.I. **Um estudo sobre a resolução algébrica e gráfica de sistemas lineares 3x3 no 2º ano do Ensino Médio**. 2011. Dissertação de Mestrado Profissional. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 199 p.

LIMA, E.L. **Sobre o Ensino de Sistemas Lineares**. Revista do Professor de Matemática, nº 23, 1º Semestre 1993.

MACHADO, S.D.A, et AL . **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 1999.

MARTINS, E.G. **Um Estudo sobre os Estilos de Pensamento Mobilizados por um Sujeito Cego ao Resolver Sistemas de Equações Lineares**. Tese de Doutorado em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2019. 192 p.

MELO, G. R. de. **Análise Pragmática-Cognitiva de Efeitos dos Registros de Representação Semiótica na Resolução de Sistemas Lineares por Estudantes do Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado em Ciência da Linguagem. Universidade do Sul de Santa Catarina. 2020. 122 p.

PANTOJA, F.L.P. **A Conversão de Registros de Representação Semiótica no Estudo de Sistemas Lineares**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. 2008. 105 p.

PETLA, R.J. **GeoGebra-Possibilidades para o ensino de Matemática, Unidade Didática no Programa de Desenvolvimento Educacional PDE**, Universidade Federal do Paraná, União da Vitória, 200

RAMIRES, M.R.S. **Os Sistemas de Equações Lineares nos Livros Didáticos do Ensino Médio e os Registros de Representação Semiótica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Bandeirante de São Paulo. 2012. 163 p.

RICHARDSON, w,s. et al. **The well-built clinical question. A key to evidence-based decisions**. ACP Journal Club, Pçiladelphia, v.123, n.3, p.A12-A13.1995.

RODRIGUES, C.D. **Uma abordagem para o estudo de sistemas lineares integrando diferentes linguagens**. Dissertação de Mestrado Profissional. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2013. 155 f.

RODRIGUES, D.W.L. **Uma avaliação comparativa de interfaces homem-computador em programas de Geometria Dinâmica**. Florianópolis, 2002. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção . Universidade Federal de Santa Catarina.

ROMANOWSKI, J. P. **As licenciaturas no Brasil: um balanço das teses e dissertações dos anos 90**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ROMANOWSKI, J. P. **A prática no processo de formação inicial de professores**. Uma revisão investigativa. *Educar Em Revista*, e91579. [https://doi.org/10.1590/1984-0411.91579\(2025\)](https://doi.org/10.1590/1984-0411.91579(2025)).

RUFFATO, S.A.C. **Sistemas Lineares, aplicações e uma Sequência Didática**. Dissertação de Mestrado Profissional apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e da Computação da Universidade de São Paulo. 2013. 55 p.

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**. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2018, 593 p.

SANTANA, E.G. **Sistemas Lineares 3x3: Uma Visão Geométrica com o GEOGEBRA3D**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Mestrado Profissional em Matemática, 2015. 41 p.

SANTOS, G.N. dos. **Registros de Representação Semiótica Mobilizados por Acadêmicos da Universidade Federal de Pelotas sobre Sistemas Lineares**. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. Universidade Federal de Pelotas. 2019. 82 p.

SANTOS, R.F. **Semiótica e Relação de Equivalência entre Sistemas Lineares no Ensino Básico**. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 2019. 160 p.

SILVA, C. F. da. **Sistemas de Equações Lineares: Contribuições de uma Sequência Didática à Luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Franciscana de Santa Maria. 2021. 106 p.

SILVA, M. J. da. **Registros de Representação Semiótica no Estudo de Sistemas de Equações do Primeiro Grau com Duas Variáveis usando o Software GeoGebra.** Dissertação de Mestrado Profissional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014. 169 p.

SILVA, T.M.S. da. **Sistemas Lineares: Uma proposta apoiada na exploração de Registros Semióticos e na Utilização de um Recurso Computacional.** Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. Universidade Anhanguera de São Paulo. 2016. 164 p.

SOUZA, É.A de. **O uso do GeoGebra como Ferramenta no Ensino de Sistemas Lineares.** Dissertação de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. Universidade Federal do Espírito Santo. 2020. 81 p.

Autores

RUBENS SAVIANO

Pós-Doutorando em Educação e Novas Tecnologias – Uninter , Professor de Matemática da Faculdade Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro, e-mail: rubenssqviqno18@gmail.com

JOANA PAULIN ROMANOWSKI

Professora Doutora do Programa de Pós Graduação em Educação e Novas Tecnologias da Uninter – Curitiba;

