

POSSIBILIDADES DE NOVAS PESQUISAS EM CÁLCULO, ANÁLISE E ÁLGEBRA LINEAR A PARTIR DE UM MAPEAMENTO DAS INVESTIGAÇÕES DO GT04

POSSIBILITIES OF NEW STUDIES IN CALCULUS, ANALYSIS AND LINEAR ALGEBRA BASED OFF A MAPPING OF INVESTIGATIONS OF GT04

Barbara Lutaif Bianchini

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo/barbara@pucsp.br

Gabriel Loureiro de Lima

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo/gllima@pucsp.br

Eloiza Gomes

Instituto Mauá de Tecnologia/eloiza@maua.br

Resumo

Que perspectivas para novas investigações sobre Cálculo Diferencial e Integral, Análise, Matemática e Álgebra Linear decorrem de um mapeamento das principais produções referentes a estas temáticas realizadas pelo Grupo de Trabalho Educação Matemática no Ensino Superior – GT04 – da Sociedade Brasileira de Educação Matemática? A explicitação de lacunas e, conseqüentemente, possibilidades de novos caminhos a serem trilhados nas pesquisas futuras por membros do GT é o foco do presente artigo, tendo como objetivo minimizar repetições desnecessárias relativas a enfoques de investigações de forma a possibilitar um salto qualitativo nas produções do GT. Analisamos oitenta e cinco pesquisas referentes aos tópicos anteriormente mencionados. Em relação aos conceitos matemáticos explorados, notamos nos três temas a necessidade de estudos tendo como foco conteúdos que não aqueles mais elementares. Pesquisas cujos sujeitos são professores de Cálculo ou de Análise, bem como reflexões estabelecendo diálogos entre essas duas áreas da Matemática, evidenciam-se como caminhos ainda pouco explorados pelos integrantes do GT. Especificamente sobre Álgebra Linear, apontamos como perspectivas, estudos referentes à Licenciatura, a cursos de serviço, a graduações a distância, ao emprego de Tecnologias Digitais de Comunicação e de Informação e também a análises de livros didáticos mais atuais.

Palavras-chave: Mapeamento; Cálculo Diferencial e Integral; Análise Matemática; Álgebra Linear; Perspectivas e Lacunas.

Abstract

What perspectives for new investigations on Differential and Integral Calculus, Mathematical Analysis and Linear Algebra stem from a mapping of the main productions referring to these themes held by the Work Group of Mathematical Education in Higher

Education - GT04 - of the Brazilian Society of Mathematical Education? The clarification of gaps and consequently, possibilities of new paths to be trodden in future studies by members of the GT is the focal point of this paper, aimed at minimizing unnecessary repetitions related to approaches of investigations as to enable a qualitative leap in the productions of the GT. We analyzed eighty-five studies related to the aforementioned subjects. Regarding the Mathematical concepts explored, we noticed, in the three subjects, the need of studies focusing on non-elementary contents. Studies whose subjects are teachers of Calculus or of Analysis, as well as reflections establishing dialogues between these two areas of Mathematics point to ways, which have been insufficiently explored by the members of the GT. Specifically regarding Linear Algebra, we point out as perspectives studies related to graduation, service programs, distance education, the use of Digital Technologies of Communication and Information and also the analyses of current textbooks.

Key words: Mapping; Differential and Integral Calculus; Mathematical Analysis; Linear Algebra; Perspectives and Gaps.

Introdução

Em 2017, após quase dezoito anos desde a criação, em novembro de 2000, do Grupo de Trabalho Educação Matemática no Ensino Superior GT04, da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), sentimos a necessidade de estudos visando uma compreensão dos trabalhos, relativos a diferentes temáticas, desenvolvidos no âmbito desse GT. Neste sentido nos questionamos: quais os temas mais privilegiados? Quais aqueles que carecem de mais investigações? Quais os principais referenciais teóricos adotados? Quais foram as metodologias contempladas? Quais sujeitos de pesquisa foram considerados? Quais os principais resultados obtidos? Há convergências entre eles? E divergências? Quais lacunas podem ser observadas e que indicam perspectivas para novas investigações?

Diante desses questionamentos, já em 2017, demos início a um projeto de pesquisa cujo objetivo é realizar mapeamentos, análises de conteúdo e metanálises das principais produções do GT04. Este projeto, até o presente momento, originou cinco produtos: dois artigos já publicados em periódicos: um na revista Vidya, em 2017, intitulado *Cálculo e Análise: mapeamento das pesquisas do GT04 - Educação Matemática no Ensino Superior* (LIMA; BIANCHINI; GOMES, 2017) e outro na revista Educação e Realidade, em 2019, cujo título é *Formação de professor: reflexões da Educação Matemática no Ensino Superior* (BIANCHINI; LIMA; GOMES, 2019); um artigo apresentado e publicado nos anais do VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), intitulado, *Cálculo, Análise e Álgebra Linear: indicações para novas pesquisas a partir das investigações do GT04* (BIANCHINI; LIMA; GOMES, 2018) e, finalmente, dois artigos que foram submetidos em periódicos, sendo um nacional e outro internacional e que no momento, encontram-se em processo de avaliação.

Em Lima, Bianchini e Gomes (2017) apresentamos um mapeamento de sessenta e uma das pesquisas referentes às temáticas: Cálculo Diferencial e Integral, Análise Matemática e intersecções entre esses campos de conhecimento. Analisamos a temática

central dos trabalhos, o conteúdo matemático focalizado e os sujeitos das pesquisas com o objetivo de evidenciar tendências de investigações e também caminhos ainda não percorridos ou pouco trilhados que podem inspirar novas pesquisas na área.

Já em Bianchini, Lima e Gomes (2019), mapeamos as oito produções relativas à Formação de Professor de Matemática desenvolvidas no âmbito do GT04, com o objetivo de evidenciar as inquietações que pesquisadores, cuja área principal de interesse é o ensino em nível superior, têm sobre a formação inicial e continuada de professores que ensinam Matemática.

Em Bianchini, Lima e Gomes (2018), analisamos oitenta pesquisas referentes ao ensino e à aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, Análise Matemática e Álgebra Linear, identificamos lacunas e, conseqüentemente, perspectivas para novas investigações sobre as temáticas em questão, com o objetivo de minimizar repetições desnecessárias relativas a enfoques de pesquisas, o que entendemos como essencial para que haja um salto qualitativo nas produções do GT referentes às temáticas em questão.

Em um dos artigos submetidos e que ainda se encontra em processo de avaliação, apresentamos análises das dez produções do GT referentes ao ensino e à aprendizagem de Álgebra Linear (AL) desenvolvidas para serem discutidas nas edições dos SIPEM ou que são produtos de aprofundamentos de tais pesquisas. Identificamos em cada uma dessas pesquisas: o objetivo, o conteúdo matemático, os sujeitos, a fundamentação teórica e a metodologia e, finalmente, explicitamos lacunas e indicações de reflexões ou sugestões para futuras investigações. No outro trabalho, também em avaliação, articulamos as dez produções do GT relativas ao ensino e à aprendizagem de AL em cursos de Engenharia com outras pesquisas latino-americanas sobre a temática, produzidas, entre 2007 e 2018, sob a chancela de sociedades de Educação Matemática com representatividade equivalente à da SBEM. Focalizamos especificamente a vinculação entre os conteúdos de AL e os estudados nas disciplinas específicas das Engenharias.

O presente artigo, sexto produto do projeto de pesquisa mencionado, é uma ampliação daquilo que apresentamos em Bianchini, Lima e Gomes (2018), uma vez que incorporamos aos dados originalmente analisados, aqueles relativos aos trabalhos publicados nos anais do VII SIPEM, ocorrido em novembro de 2018. Assim, como em Bianchini, Lima e Gomes (2018), nosso objetivo é evidenciar, a partir de lacunas observadas por meio das análises das principais pesquisas do GT referentes às temáticas Cálculo Diferencial e Integral, Análise Matemática e Álgebra Linear, possíveis perspectivas para novas investigações. Em primeiro lugar, apresentamos a metodologia do projeto de pesquisa em desenvolvimento, e particularmente do presente trabalho, e um panorama geral, no que se refere às temáticas contempladas, das principais produções do GT04 até o presente momento.

Metodologia

No âmbito do projeto de pesquisa mencionado na introdução desse artigo, um primeiro passo foi a realização de parte de um mapeamento das principais produções do GT04, concebidas por nós como sendo aquelas publicadas nos anais¹ de todas as edições do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), nos livros *Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates* (FROTA; NASSER, 2009), *Marcas da Educação Matemática no Ensino Superior* (FROTA; BIANCHINI; CARVALHO, 2013), e nos números temáticos das revistas *Educação Matemática Pesquisa* (v.15, n.3, 2013) e *Vidya* (v.37, n.2, 2017).

Assim como Fiorentini, Passos e Lima,

[...] entendemos o mapeamento da pesquisa como um processo sistemático de levantamento e descrição de informações acerca das pesquisas produzidas sobre um campo específico de estudo, abrangendo um determinado espaço (lugar) e período de tempo. Essas informações dizem respeito aos aspectos físicos dessa produção (descrevendo onde, quando e quantos estudos foram produzidos ao longo do período e quem foram os autores e participantes dessa produção), bem como aos seus aspectos teórico-metodológicos e temáticos (FIORENTINI; PASSOS; LIMA, 2016, p. 18).

Em consonância a essa visão de mapeamento, inicialmente não analisamos os resultados das investigações mapeadas, mas sim, as seguintes características: instituições e regiões geográficas nas quais as pesquisas foram realizadas, tema central, conteúdo matemático abordado e sujeitos de pesquisa. Não nos detivemos, neste primeiro estudo, aos aspectos teórico-metodológicos das investigações. Estes serão por nós explorados em trabalhos futuros. É por essa razão que afirmamos ter realizado até o presente momento apenas parte do mapeamento em questão.

Além disso, não consideramos este mapeamento como finalizado, uma vez que os pesquisadores do GT04 continuam produzindo e, à medida em que novas pesquisas forem disponibilizadas, o *corpus* de análise do nosso projeto será ampliado.

Tendo-se realizado um primeiro inventário, passamos a explorar também os resultados das investigações por meio de análises de conteúdo organizadas a partir de grandes temáticas. Tais análises até o presente momento contemplaram pesquisas referentes à Álgebra Linear e à Formação de Professores de Matemática. Em relação ao Cálculo Diferencial e Integral e à Análise Matemática, devido ao grande número de investigações, ainda não realizamos um estudo mais detalhado, com ênfase nos resultados. Porém, tanto em relação ao Cálculo e à Análise, quanto a respeito da Álgebra Linear, áreas em destaque no presente artigo, os estudos já realizados apontam lacunas e conseqüentemente, perspectivas para novas investigações. São tais perspectivas que passamos a destacar após a apresentação, na sequência, dos dados obtidos por meio do mapeamento inicial realizado.

¹ Disponíveis em :< <http://www.sbembrasil.org.br/sbembrasil/index.php/anais/sipem>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

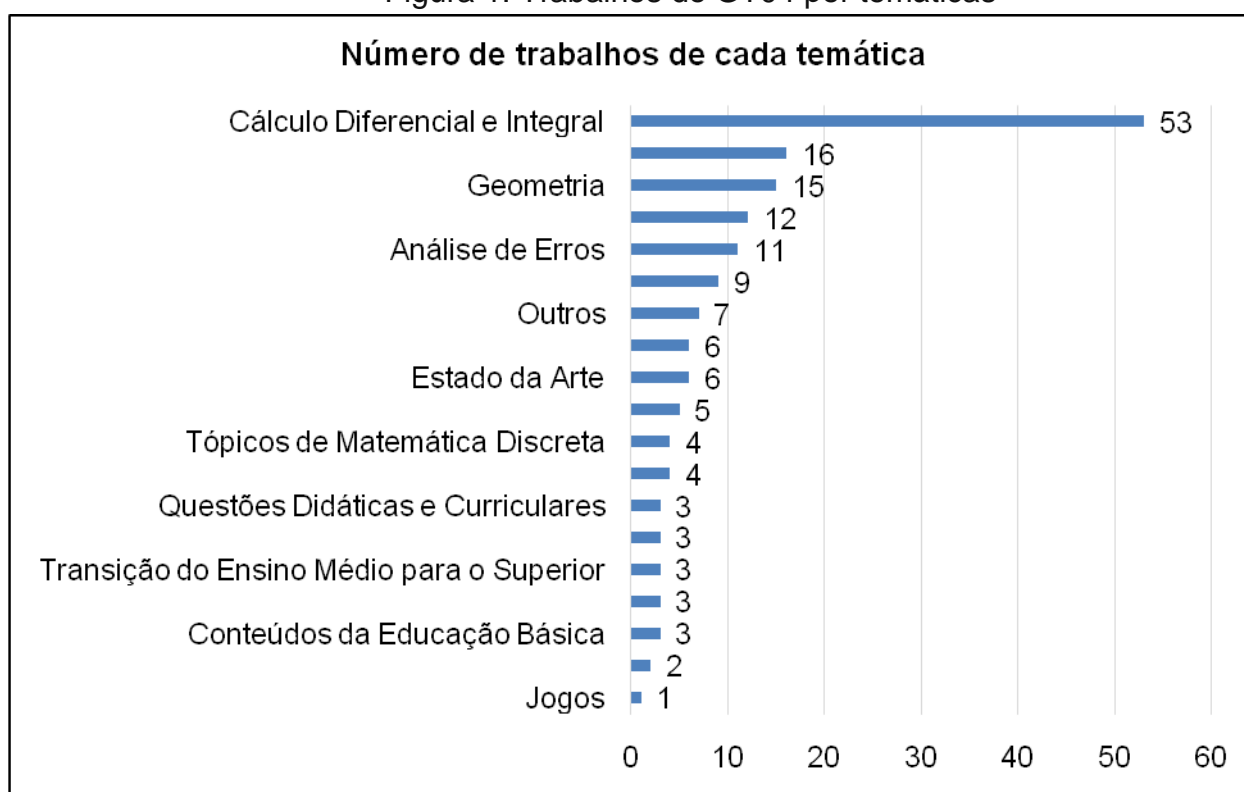
Panorama das pesquisas do GT04

Pela análise dos dados coletados, a partir do *corpus* constituído por cento e sessenta e seis pesquisas, ficou evidenciada a predominância de investigações na temática Cálculo Diferencial e Integral com 31,93% dos artigos. Em seguida, estão as reflexões sobre Análise Matemática (9,64%), Geometria (9,04%), Álgebra Linear (7,23%), Análise de Erros (6,63%), Formação de Professores (5,42%), Outros (4,22%), Demonstração e Temas Correlatos (3,61%), Estado da Arte (3,61%), Álgebra (3,01%), Tópicos de Matemática Discreta (2,41%), Matemática Financeira (2,41%), Questões Didáticas e Curriculares (1,81%), Intersecções Cálculo/Análise (1,81%), Transição do Ensino Médio para o Superior (1,81%), Tecnologias (1,81%), Conteúdos da Educação Básica (1,81%), Pensamento Matemático (1,20%) e Jogos (0,60%).

Para a construção de tais categorias, observamos o foco principal de cada pesquisa. Dessa maneira, se há uma investigação cujo objetivo é discutir o ensino de Cálculo Diferencial e Integral com o auxílio de recursos tecnológicos, esta foi categorizada na temática Cálculo. No entanto, se o foco de um trabalho está na utilização de recursos tecnológicos nos processos de ensino e de aprendizagem, sem especificar um conteúdo matemático, optamos por classificá-lo na categoria Tecnologias.

No que segue, apresentamos uma representação gráfica (Figura 1) visando ilustrar essas tendências temáticas dos trabalhos do GT04.

Figura 1: Trabalhos do GT04 por temáticas



Fonte: elaborado pelos autores a partir de Lima, Bianchini e Gomes, 2017.

A análise do *corpus* considerado revelou que a maior parte das produções são provenientes de instituições das regiões Sudeste, Sul e Nordeste, nesta ordem. Há um

número reduzido de pesquisas oriundas da região Centro-Oeste e não há contribuições da região Norte.

As instituições que se destacam pelo número de produções - cinco ou mais – estão elencadas no Quadro 1.

Quadro 1: Instituições com cinco ou mais trabalhos

Instituição	Nº de trabalhos
PUC/SP - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	37
UNIFRA - Centro Universitário Franciscano	17
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro	14
UNESP/RC - Universidade Estadual de São Paulo/ Rio Claro	14
UEL – Universidade Estadual de Londrina	12
PUC/MG - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	9
UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	10
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo	5
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais	5
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto	5

Fonte: elaborado pelos autores a partir de Lima, Bianchini e Gomes, 2017.

Passamos então, na sequência, a apresentar indicações para novas pesquisas, a partir dos dados obtidos por meio da análise dos oitenta e cinco trabalhos relativos às temáticas Cálculo Diferencial e Integral, Análise Matemática, Intersecções Cálculo/Análise e Álgebra Linear. Em primeiro lugar, trataremos de Cálculo, Análise e Intersecções Cálculo/Análise.

Pesquisas sobre Cálculo, Análise e Intersecções Cálculo/Análise: lacunas e caminhos a serem trilhados

A partir de uma ampliação do que apresentamos em Lima, Bianchini e Gomes (2017), podemos concluir, com base nos conteúdos matemáticos nos quais as investigações sobre Cálculo Diferencial e Integral produzidas pelos membros do GT04 se detiveram, evidenciados no Quadro 2, que praticamente todos aqueles usualmente trabalhados em disciplinas que visam explorar as funções reais de uma variável real, já foram alvo de pesquisa, havendo uma predominância de trabalhos relacionados a diferentes aspectos da derivada. Convém destacar que, relacionadas a aspectos envolvendo integrais de funções reais de uma variável real, há apenas quatro pesquisas,

número bastante reduzido se considerarmos a importância do tema, tanto na própria Matemática, quanto em outros campos do conhecimento.

Ressaltamos também, um pequeno número de investigações, havendo então lacunas e, conseqüentemente, perspectivas para novas pesquisas, referentes aos conceitos de Cálculo correlacionados às funções reais de mais de uma variável real (há apenas cinco pesquisas). Além disso, não há, no *corpus* analisado, trabalhos tendo como foco de estudo os processos de ensino e de aprendizagem de tópicos como seqüências, séries, mudanças de variáveis em integrais múltiplas, funções vetoriais, derivada direcional e vetor gradiente, integrais de linhas, equações diferenciais, dentre outros. Esses tópicos, além de fundamentais na área de Cálculo Diferencial e Integral, são importantes em muitas das aplicações desse campo da Matemática em outras ciências.

Por essa razão, entendemos que investigações voltadas a discussões matemáticas, epistemológicas ou didáticas relativas a esses conceitos, constituem-se como caminhos necessários de serem percorridos pelos integrantes do GT04 em seus futuros trabalhos.

Quadro 2: Conteúdos específicos do Cálculo e quantidade de pesquisas a eles relacionadas

Conteúdo Matemático		Nº de Pesquisas
1	Noções fundamentais do Cálculo	1
2	Conceito de número real	1
3	Conceito de número irracional	1
4	Conceito de função	3
5	Definição de limite	2
6	Cálculo de limites de funções reais de uma variável	1
7	Continuidade e diferenciabilidade	1
8	Variações de funções	1
9	Taxas de variação	1
10	Taxas de variações relacionadas em fenômenos físicos	1
11	Derivada a partir de taxas de variações médias	1
12	Compreensão conceitual da noção de derivada	1
13	Reta tangente	1
14	Interpretação geométrica da derivada	1
15	Regra de L'Hospital	1
16	Construção de gráficos, com o auxílio do GeoGebra a partir da noção de diferenciabilidade	1
17	Análise do comportamento de funções, em ambientes informatizados, por meio de suas derivadas	2

18	Otimização de funções reais de uma variável real	2
19	Integral de funções reais de uma variável real	1
20	Teorema Fundamental do Cálculo	2
21	Cálculo da medida de volumes de sólidos por seções transversais e materiais manipuláveis	1
22	Traçados de gráficos de funções reais de uma e de duas variáveis reais	1
23	Curvas de nível de funções reais de duas variáveis reais	2
24	Extremos de funções reais de várias variáveis reais	1
25	Integrais múltiplas	1
	TOTAL	32

Fonte: ampliado pelos autores, a partir de Lima; Bianchini; Gomes (2017).

Outro aspecto que destacamos, a partir do mapeamento realizado, é que, dentre as pesquisas empíricas, há um número reduzido daquelas com professores de Cálculo Diferencial e Integral. Da mesma maneira, são poucos os trabalhos empíricos que recorrem, simultaneamente, a professores e a estudantes como sujeitos de pesquisa. Evidenciamos ainda, que, embora preocupações a respeito das especificidades do ensino de Cálculo em cursos que não visam à formação de matemáticos estejam bastante presentes nas produções do GT, e haja um grande número de investigações nas quais os sujeitos são estudantes de Engenharia, é reduzido o número de estudos com graduandos de outros cursos nos quais a Matemática, e conseqüentemente o Cálculo, está a serviço. Neste sentido, há, dentre os indivíduos, apenas estudantes de Física, Geologia, Informática, Licenciatura em Ciências Agrárias, Licenciatura em Química e Tecnologia de Alimentos. Não há estudos contemplando, por exemplo, os que são graduandos em Administração de Empresas, Arquitetura, Biologia, Ciência da Computação, Economia, Geografia, etc. Frisam-se, desta forma, outras perspectivas a serem adotadas nas investigações futuras do GT.

No que concerne à Análise Matemática, conforme está explicitado no Quadro 3, as produções do Grupo sinalizam que a diversidade de conteúdos contemplados nas pesquisas é restrita. São enfocados os conceitos de números reais, limites, sequências de Cauchy e integral de Riemann. Há demanda, portanto, por reflexões mais amplas a respeito do ensino e da aprendizagem de Análise. Questões fundamentais, tais como, continuidade de funções, séries numéricas, noções topológicas (por exemplo, conjuntos abertos, fechados, compactos, pontos de acumulação) e derivadas são exemplos de outros conteúdos de Análise que, por também ocasionar dificuldades em estudantes da Licenciatura ou do Bacharelado em Matemática, podem ser alvos de estudos por parte dos pesquisadores do GT.

Quadro 3: Conteúdos específicos da Análise e quantidade de pesquisas a eles relacionadas

	Conteúdo Matemático	Nº de Pesquisas
1	Número real	4
2	Conceito de número real e o modelo matemático da reta real	1
3	Conceito de limite	3
4	Conceito de sequência de Cauchy	1
5	Integral de Riemann	1
	TOTAL	10

Fonte: ampliado pelos autores, a partir de Lima; Bianchini; Gomes (2017).

Assim como destacamos em relação às pesquisas referentes ao Cálculo, também nas produções sobre Análise, há carência de pesquisas cujos sujeitos são professores dessa disciplina.

Em relação a pesquisas por nós classificadas como intersecções entre reflexões sobre Cálculo e Análise, há, no *corpus* em questão, três investigações, número que consideramos baixo, dado a estreita ligação existente entre esses dois campos da Matemática. Entendemos como importante os membros do GT se debruçarem sobre estudos referentes àquilo que é específico do Cálculo ou da Análise e o que deve ser explorado em ambas as áreas, mas com enfoques diferentes (por exemplo, limite). O necessário diálogo entre as referidas áreas também pode ser melhor examinado, assim como a ligação entre a intuição, o rigor e esses campos de conhecimento.

E no tocante ao ensino e à aprendizagem de Álgebra Linear? Que lacunas e perspectivas para novas investigações evidenciam o mapeamento realizado? É isso o que apresentamos em seguida.

Lacunas e perspectivas para novas investigações sobre o ensino e a aprendizagem de Álgebra Linear

Ao analisar, em um artigo ainda em processo de avaliação em um periódico, as dez pesquisas produzidas pelos membros do GT04 sobre o ensino e a aprendizagem de Álgebra Linear, notamos a presença dos conteúdos relacionados no Quadro 4.

Em relação aos conteúdos evidenciados no Quadro 4, notamos a predominância dos conceitos básicos: espaço vetorial, dependência e independência linear, base e dimensão de um espaço vetorial finitamente gerado, transformação linear, transformação geométrica, autovalor e autovetor. Entendemos como possibilidades para estudos futuros, aqueles contemplando noções como núcleo e imagem de uma transformação linear, diagonalização de operadores e produto interno.

Quadro 4: Caracterização das pesquisas em termos de objetivos, conteúdos matemáticos, metodologias e sujeitos

	Conteúdo Matemático	Nº de Pesquisas
1	Espaço vetorial	1
2	Transformações lineares	1
3	Dependência linear	1
4	Base de um espaço vetorial finitamente gerado	2
5	Autovalor e autovetor	1
6	Transformações Geométricas (especificamente reflexão em relação a retas, a origem e aos eixos coordenados)	1

Fonte: elaborado pelos autores

Outra lacuna e, conseqüentemente, indicação de um caminho a ser futuramente trilhado, diz respeito a pesquisas visando refletir, se o objetivo é formar professores da Educação Básica, como a disciplina de Álgebra Linear deve ser estruturada. É pertinente buscar respostas ou, ao menos, indicações, para questionamentos como: Qual o objetivo de ensinar Álgebra Linear aos licenciandos em Matemática? Que contribuições esse conteúdo pode trazer ao futuro professor? Que relações podem ser estabelecidas entre aquilo que está sendo abordado na universidade e os conceitos de Álgebra com os quais o professor trabalhará em sala de aula depois de formado?

Como a disciplina de Álgebra Linear não está presente apenas em cursos de Matemática (Licenciatura e Bacharelado) e, em muitos casos, os conteúdos nela trabalhados são causa de dificuldades dos estudantes, em qualquer que seja a graduação na qual ela está inserida, reflexões a seu respeito em contextos diversos também constituem-se como solos férteis para futuros estudos. O mapeamento realizado permite-nos afirmar, neste sentido, que são necessárias investigações contemplando uma gama maior de cursos, além dos de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica, já citados nas pesquisas do GT04.

A análise de livros didáticos é uma modalidade de pesquisa contemplada nas investigações do Grupo, mas que também apresenta lacunas. No *corpus* analisado, identificamos somente estudos fundamentados na teoria dos Registros de Representação Semiótica, todos eles voltados aos conceitos de dependência linear e de transformações lineares. Convém ainda destacar que os livros analisados foram publicados há décadas e há, portanto, necessidade de pesquisas que investiguem obras mais recentes, ainda mais considerando o aumento de publicações sobre o tema nos últimos anos.

Relativamente aos sujeitos de pesquisa, há necessidade de estudos contemplando: professores da Educação Básica (analisando, por exemplo, como

relacionam os conhecimentos de Álgebra Linear com aqueles que trabalham em suas aulas); pesquisadores da Educação Matemática; autores de livros didáticos (tanto de Álgebra Linear, quanto aqueles destinados aos ensinamentos fundamental e médio); docentes e discentes de outros cursos nos quais a Álgebra Linear está presente como uma disciplina de serviço; mestrandos e doutorandos em Matemática ou em Educação Matemática; engenheiros e físicos que lecionam Álgebra Linear.

Mais uma alternativa para as pesquisas do Grupo refere-se a explorar as potencialidades, ou até mesmo os entraves, do emprego das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação nos processos de ensino e de aprendizagem de Álgebra Linear.

Finalmente, ressaltamos que, dentre as investigações analisadas, há apenas uma focada no ensino e na aprendizagem de Álgebra Linear em cursos a distância, embora tal modalidade esteja em crescente expansão. Sinaliza-se, portanto, mais uma perspectiva para estudos futuros no âmbito do GT.

Considerações finais

Nos dezenove anos de atividades do GT04 diferentes temáticas foram contempladas. Entendemos como essencial, a partir do momento que um grupo constitui uma identidade, realizar um balanço de suas produções, tendo por objetivo evidenciar os aspectos mais explorados e, por outro lado, aqueles ainda não abordados.

Esse tipo de inventário possibilita uma ampliação no escopo das temáticas, dos enfoques, dos objetos matemáticos e dos sujeitos de pesquisa ou até mesmo, em alguns casos, aprofundamento em certos aspectos. Por esta razão, temos nos empenhado em produzir sínteses a respeito das investigações do supracitado Grupo e neste trabalho trouxemos dados sobre três das temáticas mais presentes: o Cálculo Diferencial e Integral, a Análise Matemática e a Álgebra Linear.

Como consequência natural, evidenciamos novas perspectivas de pesquisas, com o objetivo de minimizar repetições desnecessárias, o que é essencial para que haja um salto qualitativo nas produções do GT referentes às temáticas discutidas nesse artigo.

Quando apresentado na última edição do SIPEM, o trabalho de Bianchini; Lima e Gomes (2018), cuja ampliação deu origem ao presente artigo, suscitou uma série de questionamentos por parte dos membros do GT e que consideramos relevante apontar nestas considerações finais. São elas:

- Os professores têm clareza a respeito das especificidades do Cálculo e da Análise? Explicitam tais aspectos aos estudantes?
- Como, de fato, ensinar elementos essenciais da Análise em cursos de formação inicial de professores que ensinam Matemática, uma vez que tem-se notado que, diante das dificuldades enfrentadas por estes licenciandos, as disciplinas de Análise cada vez mais têm contemplado conteúdos de Cálculo?

- Como formar o professor que ministrará aulas de Cálculo em diferentes cursos de graduação, de forma que ele tenha clareza de que as abordagens devem ser diferentes, tendo-se em mente o objetivo do curso em que está atuando?
- Como estruturar uma disciplina de Geometria Analítica que contemple aqueles conteúdos diretamente vinculados ao Cálculo (por exemplo: cônicas e superfícies quádricas) e que, muitas vezes são suprimidos desta disciplina?
- Como propor, a partir dos resultados das pesquisas já realizadas pelos membros do GT, ações que possam contribuir para a melhoria da prática docente?
- Quais referenciais teóricos ainda não foram utilizados nas pesquisas produzidas pelo GT e têm potencial para trazer contribuições para novas investigações relacionadas à Educação Matemática no Ensino Superior?

Diante de tantas lacunas e, portanto, possibilidades de caminhos para novas investigações, os membros do GT apontaram a necessidade de refletir a respeito de quais lacunas devemos enfrentar de maneira imprescindível, tendo-se em vista o papel social da Educação Matemática. Neste sentido, entendeu-se que os resultados do mapeamento que realizamos fizeram emergir temáticas diretrizes (licenciatura em Matemática, Educação a Distância e cursos de serviço) para as pesquisas a serem realizadas pelo GT nos próximos três anos e que serão socializadas durante a próxima edição do SIPEM, que ocorrerá em 2021.

Encerramos esse trabalho frisando que inventários mais amplos a respeito da Educação Matemática no Ensino Superior, tomando por base, por exemplo, outros *corpus* – como dissertações e teses brasileiras, artigos publicados nos periódicos nacionais melhor qualificados, pesquisas internacionais, etc. – e visando identificar, em outros cenários, convergências, lacunas e perspectivas para novos estudos, configuram-se como promissoras possibilidades de investigações para pesquisadores da área.

Referências

BIANCHINI, B. L.; LIMA, G. L.; GOMES, E. Formação de professor: reflexões da Educação Matemática no Ensino Superior. **Educação e Realidade**. Porto Alegre, v. 44, n.1, p. 1-22, 2019.

BIANCHINI, B. L.; LIMA, G. L., GOMES, E. **Cálculo, Análise e Álgebra Linear: indicações para novas pesquisas a partir das investigações do GT04**. Em: VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática - Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2018, **Anais...** Foz do Iguaçu/BR, p.1-11, 2018.

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PESQUISA. São Paulo: **Revista Educação Matemática Pesquisa** do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC/SP, v. 15, n. 3, 2013.

FIORENTINI, D.; PASSOS, C. L. B; LIMA, R. C. R. (Orgs.). **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática: período 2001 – 2012**. Campinas, SP: FE/UNICAMP, 2016.

FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (Orgs.). **Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates**. Brasília: SBEM, 2009.

FROTA, M. C. R.; BIANCHINI, B. L.; CARVALHO, A. M. T. (Org.). **Marcas da Educação Matemática no Ensino Superior**. Campinas, SP: SBEM, Papirus, 2013.

LIMA, G. L., BIANCHINI, B. L., GOMES, E. Cálculo e Análise: mapeamento das pesquisas do GT04 - Educação Matemática no Ensino Superior. **VIDYA**. Santa Maria: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Franciscana, v.37, n.2, p. 314-334, 2017.