



O ensino de Álgebra Linear e de Álgebra Abstrata em trabalhos do Laboratório de Pesquisa Multimeios da Universidade Federal do Ceará

The teacher of Linear Algebra and Abstract Algebra is working at the Laboratório de Pesquisa Multimeios of the Federal University of Ceará

Maria Vanísia Mendonça de Lima¹

Universidade Federal do Ceará

Hermínio Borges Neto²

Universidade Federal do Ceará

RESUMO

A Álgebra Linear e a Álgebra Abstrata são disciplinas em evidência na licenciatura em Matemática e nos cursos superiores relacionados as exatas. Considerando a importância dessas unidades curriculares, este artigo tem como objetivo compreender como os pesquisadores do Laboratório de Pesquisa Multimeios da Universidade Federal do Ceará têm trabalhado com o ensino das referidas disciplinas. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica executada por meio da produção científica oriunda dos trabalhos produzidos no citado laboratório. Com a pesquisa encontramos 05 trabalhos relacionados a Álgebra Linear e 01 atinente a Álgebra Abstrata. Os resultados apontam que os pesquisadores do Laboratório de Pesquisa Multimeios priorizam um ensino de Álgebra em que a aprendizagem ocorre por reflexão e ação dos estudantes. Também mostram a preocupação com a postura docente, destacando a necessidade de proporcionar vivências em que o aluno, por meio da mediação apropriada do professor, possa refletir, interagir e elaborar conjecturas. Para isso fundamentam as suas pesquisas na metodologia de ensino nominada de Sequência Fedathi e a apontam como uma proposta de ensino viável a aprendizagem dos conteúdos algébricos.

Palavras-chave: Laboratório Multimeios; Álgebra Linear; Álgebra Abstrata; Educação Matemática.

ABSTRACT

Linear Algebra and Abstract Algebra are popular subjects in Mathematics degrees and in higher education courses related to exact sciences. Considering the importance of these curricular units, this article aims to understand how researchers from the Multimedia Research Laboratory at the Federal University of Ceará have worked with teaching these disciplines. This is a bibliographical research carried out through scientific production arising from work produced in the aforementioned laboratory. With the research we found 05 works related to Linear Algebra and 01 related to Abstract Algebra. The results indicate that researchers at the Multimeios Research Laboratory prioritize Algebra teaching in which learning occurs through student reflection and action. They also show concern with the teaching attitude, highlighting the need to provide experiences in which the student, through the appropriate mediation of the teacher, can reflect, interact and

¹ Doutoranda em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora de Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE– Campus Cedro), Cedro, Ceará, Brasil. Alameda José Quintino, s/n, Prado, Cedro, Ceará, CEP: 63400-000. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0373-6043>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5159075984027749>. E-mail: vanisia@multimeios.ufc.br.

² Pós-doutorado em Matemática pelo IMPA, Pós-doutorado em Ensino de Matemática e Tecnologias Digitais pela Université Paris VII, França e Université TÉLUQ, Canadá. Professor da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Waldery Uchoa, 01–Benfica–Fortaleza–CE CEP 60020-1. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4854-6953> Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6933091154844634>. E-mail: herminio@multimeios.ufc.br.

develop conjectures. To this end, they base their research on the teaching methodology called the Fedathi Sequence and point to it as a viable teaching proposal for learning algebraic content.

Keywords: Multimedia Laboratory; Linear Algebra; Abstract Algebra; Mathematics Education.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este estudo é um recorde de um trabalho de doutorado em andamento pelo Programada de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Ceará (UFC). Ele apresenta uma pesquisa desenvolvida sobre o ensino de Álgebra Linear e de Álgebra Abstrata, considerando o contexto das investigações em Educação Matemática do Laboratório de Pesquisa Multimeios. O citado laboratório pertence a Faculdade de Educação (FACED) da Universidade Federal do Ceará e está em funcionamento desde o ano de 1997 com pesquisas relacionadas ao ensino de Matemática, Informática Educativa, Educação a Distância e Formação Docente.

Torres (2014) afirma que desde a estruturação do Laboratório de Pesquisa Multimeios, as atividades deste ambiente de estudo e pesquisa compreendem a tríade: ensino, pesquisa e extensão. Comportando, inclusive, a oferta de disciplinas no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Ceará e no curso de Licenciatura em Pedagogia da referida instituição.

O Laboratório de Pesquisa Multimeios tem contribuído com o processo formativo de muitos profissionais que teve ou ainda tem a oportunidade de fazer parte desse espaço que proporciona riquíssimas experiências direcionadas a pesquisa. Além disso, com os trabalhos desenvolvidos por seu grupo de pesquisadores, tem apresentado contribuições acadêmicas relevantes nas temáticas que são incorporadas para estudo dentro do seu espaço, entre elas destacamos as contribuições no campo da Educação Matemática em que diversas pesquisas já foram desenvolvidas nas mais variadas temáticas, das quais destacamos os trabalhos de: Albuquerque (2005), Alves (2011), Fontenele (2013), Pinheiro (2016), Fontenele (2018), Santos (2021) e Carmo (2022).

Apesar da profusão de trabalhos do Laboratório de Pesquisa Multimeios na área de Educação Matemática, neste artigo empenhamo-nos em tratar exclusivamente das pesquisas desenvolvidas nesse espaço, referentes a Álgebra Abstrata e a Álgebra Linear. A escolha por essa temática específica se justifica por estarmos trabalhando em nossa pesquisa de doutorado com a Álgebra no ensino superior e estarmos investigando o contexto do ensino desse campo da Matemática que consideramos de grande relevância.

Ademais, a delimitação do estudo ao contexto das pesquisas do Laboratório Multimeios se justificava por sermos membros desse importante ambiente de pesquisa e por considerarmos relevante apresentar por meio de uma publicação científica uma pequena amostragem dos estudos desenvolvidos no referido laboratório.

Assim, o estudo apresentado neste artigo tem por objetivo compreender como os pesquisadores do Laboratório de Pesquisa Multimeios da Universidade Federal do Ceará têm trabalhado com o ensino de Álgebra nos cursos superiores, tratando exclusivamente dos estudos relacionados a Álgebra Linear e a Álgebra Abstrata. Diante disso, mostramos neste trabalho o interesse dos pesquisadores em Educação Matemática do referido laboratório em desenvolver pesquisas no campo das citadas unidades curriculares, priorizando uma abordagem que possibilite a mobilização de um conhecimento que vai além do caráter formal e analítico, recorrentemente empregado no ensino acadêmico em que a Álgebra Linear e a Álgebra Abstrata são ofertadas.

O PERCURSO INVESTIGATIVO DA PESQUISA

Referente aos procedimentos técnicos empregados para desenvolver este trabalho, utilizamos a técnica da pesquisa bibliográfica. Esse tipo de pesquisa, de acordo com Gil (2002), é desenvolvido por meio de material já elaborado, formado principalmente por livros e artigos científicos, possibilitando ao pesquisador uma cobertura ampla de uma gama de fenômenos. O mesmo autor também afirma que uma investigação com esta característica, corresponde a um processo que segue as seguintes etapas: “a) escolha do tema; b) levantamento bibliográfico preliminar; c) formulação do problema; d) elaboração do plano provisório do assunto; e) busca das fontes; f) leitura do material; g) fichamento; h) organização lógica do assunto e i) redação do texto.” (GIL, 2002, p. 59-60).

Dessa forma, no percurso investigativo deste trabalho, seguimos as ações indicadas por Gil (2002). Inicialmente elegemos a temática de estudo que está relacionada ao ensino de Álgebra Linear e de Álgebra Abstrata, considerando o contexto das pesquisas no campo da Educação Matemática do Laboratório de Pesquisa Multimeios da Faculdade de Educação (FACED) da Universidade Federal do Ceará. Também delineamos o problema de pesquisa e considerando a recomendação de Gil (2008), ao deixar claro que esse tipo de problema pode ser apresentado por meio de uma pergunta,

definimos como questão norteadora para a investigação a seguinte indagação: “Como os pesquisadores do Laboratório de Pesquisa Multimeios da Universidade Federal do Ceará têm trabalhado com o ensino de Álgebra Linear e de Álgebra Abstrata?”

Delineada a pergunta norteadora do estudo, definimos o seu objetivo que corresponde a compreender como os pesquisadores do Laboratório de Pesquisa Multimeios da Universidade Federal do Ceará têm trabalhado com o ensino de Álgebra Linear e de Álgebra Abstrata. Assim, no intuito de alcançar o objetivo da investigação, fizemos o levantamento de trabalhos em Educação Matemática do citado laboratório e que estavam associadas ao ensino das referidas disciplinas. O Quadro 1 apresenta um resumo das informações referentes a execução da consulta.

Quadro 1 – Informações sobre os trabalhos encontrados

Fonte dos achados da pesquisa	Tipo de trabalho encontrado	Quantidade de trabalhos encontrados	Quantidade de trabalhos elegidos
Coleção de livros Sequência Fedathi	Capítulo de livro	1	1
Produção científica do Laboratório de Pesquisa Multimeios disponível no site do laboratório	6 Resumos 1 Artigo publicado em evento 1 Artigo em revista 1 Dissertação 2 Teses	11	5
Total		12	6

Fonte: Dados da pesquisa

O levantamento bibliográfico para o estudo foi realizado por meio de consultas a coleção de livros Sequência Fedathi publicados no período de 2013 a 2019 e a página de produção científica do Laboratório de Pesquisa Multimeios, disponibilizada no site <http://www.multimeios.ufc.br>. Justificamos que a coleção de livros Sequência Fedathi foi incluída como fonte de achados para a pesquisa, pelo fato de os trabalhos dessa coleção serem produzidos por pesquisadores do Laboratório de Pesquisa Multimeios.

Referente a coleção de livros sobre a Sequência Fedathi, atualmente ela é composta por cinco volumes, intitulados por: “Sequência Fedathi: Uma Proposta Pedagógica para o Ensino de Matemática e Ciências”; “Sequência Fedathi no Ensino de Matemática”; “Sequência Fedathi além das ciências duras”; Sequência Fedathi: fundamentos” e “Sequência Fedathi interfaces com o pensamento pedagógico

Enfatizamos que a busca na página de produção científica do Laboratório de Pesquisa Multimeios foi livre e decidimos por fazer a seleção dos estudos em duas etapas. No primeiro momento selecionamos as pesquisas que continham no título as palavras-chave “Álgebra Linear” e “Álgebra Abstrata”. No segundo momento, fizemos a leitura de todos os resumos dos trabalhos selecionados na primeira etapa para averiguar se os autores tinham por objetivo tratar do ensino das referidas disciplinas.

Com a busca por estudos do laboratório de Pesquisa Multimeios, encontramos um total de 12 trabalhos, sendo 1 capítulo de livro da coleção Sequência Fedathi, 6 trabalhos no formato de resumo, 1 artigo em revista, 1 artigo publicado em evento, 1 dissertação e 2 teses. Desse total, elegemos para apresentar neste estudo as pesquisas que atenderam ao critério de ter como foco de investigação o ensino de Álgebra Linear e de Álgebra Abstrata e que fossem desenvolvidas por pesquisadores que fizeram/fazem parte do Laboratório de Pesquisa Multimeios.

Dessa forma, elegemos 1 artigo publicado em revista, 1 trabalho publicado em evento, 1 capítulo de livro, 1 dissertação e 2 teses, somando um total de 6 trabalhos. Excluímos os textos em formato de resumo pelo fato de apresentarem apenas uma síntese da pesquisa e não proporcionarem um estudo mais detalhado a respeito da investigação desenvolvida pelos autores.

Concluída a seleção dos trabalhos, buscando corresponder ao objetivo da pesquisa, bem como em responder à questão que norteia o estudo em curso, fizemos a coleta das informações apresentadas nas pesquisas elegidas e por fim, apresentamos os resultados e a discussão das informações compiladas. Os resultados e discussões estão apresentados na seção seguinte.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como visto na seção anterior, selecionamos para o estudo as pesquisas que foram desenvolvidas por pesquisadores que fizeram/fazem parte do Laboratório de Pesquisa Multimeios e cujo tema de estudo era o ensino de Álgebra Linear e de Álgebra Abstrata. Assim, consideramos 6 trabalhos, sendo 1 artigo publicado em revista, 1 trabalho publicado em evento, 1 capítulo de livro, 1 dissertação e 02 teses. No Quadro 2 apresentamos uma síntese das principais informações relacionadas aos trabalhos encontrados.

Quadro 2 - Pesquisas em Educação Matemática do Laboratório de Pesquisa Multimeios sobre o ensino de Álgebra Linear e de Álgebra Abstrata

Autor/Ano/Tipo de trabalho	Título	Informações sobre o trabalho
Albuquerque (2005) Tese	O Conceito de Grupos: sua formação por alunos de Matemática	O estudo tem como objetivo analisar o conceito de Grupo formado por alunos do curso de Matemática da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Campina Grande, em seu primeiro curso de Álgebra Abstrata.
Fontenele (2013) Dissertação	A Sequência Fedathi no Ensino da Álgebra Linear: o caso da noção de base de um espaço vetorial	A pesquisa objetiva verificar se o uso da Sequência Fedathi, especificamente, nas aulas sobre o conceito de base, proporciona recursos passíveis de se tornarem Alavanca Meta, permitindo aos alunos um ensino baseado na reflexão sobre os conteúdos trabalhados.
Fontenele, Borges Neto e Santos (2015) Artigo	Relações entre a Sequência Fedathi e as Alavancas Meta no ensino de Álgebra Linear	O estudo analisou a interação entre a Sequência Fedathi (SF) e possíveis Alavancas Meta (AM) em aulas de Álgebra Linear verificando as relações e possibilidades decorrentes do uso concomitante de ambas no ensino da noção de base de um espaço vetorial.
Fontenele e Borges Neto (2016) Artigo	A Sequência Fedathi na resolução de sistemas de equações lineares	A pesquisa tem como objetivo apresentar e discutir a aplicação de uma proposta metodológica de ensino, baseada na Sequência Fedathi, verificando a mediação docente ao abordar o conteúdo Sistemas de Equações Lineares.
Fontinele (2017) Capítulo de livro	O ensino de base de um espaço vetorial numa proposta construtiva	O trabalho busca verificar o ensino da noção de base de um espaço vetorial à luz da SF, observando a postura do professor na abordagem dos conceitos e gestão de aula.
Fontinele (2018) Tese	Contribuições da Sequência Fedathi para o desenvolvimento do Pensamento Matemático Avançado: uma análise da mediação docente em aulas de Álgebra Linear	A investigação tem como objetivo compreender como a mediação docente, apoiada na SF, influencia no desenvolvimento do PMA de alunos de licenciatura em aulas de Álgebra Linear.

Fonte: Dados da pesquisa

No âmbito das pesquisas em Educação Matemática do Laboratório de Pesquisa Multimeios, referente a Álgebra Linear, elegemos para a apresentação neste estudo os trabalhos de Fontenele (2013), Fontenele, Borges Neto e Santos (2015), Fontenele e Borges Neto (2016), Fontenele (2017) e Fontenele (2018).

Na pesquisa de mestrado titulada por “A Sequência Fedathi no ensino da Álgebra Linear: o caso da noção de base de um espaço vetorial”, Fontenele (2013) elege o conteúdo “base de um espaço vetorial” em uma disciplina de Introdução à Álgebra do curso de Engenharia de Teleinformática da Universidade Federal do Ceará para analisar o ensino do referido assunto, mediado de acordo com os pressupostos da metodologia de ensino nominada de Sequência Fedathi.

Fontenele (2013) constatou com a pesquisa que a ação docente apoiada na Sequência Fedathi motiva os alunos a reflexão acerca do conteúdo estudado e favorece o uso de recursos possíveis de se tornarem Alavancas Meta para os estudantes. Assim, a autora considera que as duas ferramentas juntas promovem um ensino em que a aprendizagem é fruto da reflexão do aluno em relação aos conteúdos matemáticos. Dessa forma, entendemos por meio das constatações da pesquisadora, que essas ferramentas se constituem um potencial para aulas de Álgebra Linear.

A autora esclarece que uma aula de Matemática fundamentada nos pressupostos da proposta metodológica de ensino nominada de Sequência Fedathi apresenta quatro momentos que são: tomada de posição, maturação, solução e prova. Segundo a autora, esses momentos propiciam que as ações discentes sejam voltadas a construção do conhecimento por meio da mediação do professor. A referida pesquisadora ainda ressalta que:

A Sequência Fedathi em sua essência visa oportunizar a ação do estudante em sala de aula mediante a exploração de situações de ensino desafiadoras que possam desencadear discussões, descobertas e reflexões que visam chegar a um delineamento do saber em questão, que mais tarde, conforme for sendo trabalhado em novos contextos, poderá assumir o status de conhecimento. (FONTENELE, 2013, p. 23).

Referente a ferramenta de ensino nominada de Alavancas Meta, Fontenele (2013, p. 30) esclarece que: “[...] as Alavancas Meta determinam a presença de certos elementos no ensino, capazes de desencadear reflexões nos estudantes sobre o conteúdo estudado.”

O estudo de Fontenele (2013) além de motivar o docente a utilizar em suas aulas a Sequência Fedathi e as Alavancas Meta, quer seja em um curso de Álgebra Linear ou mesmo nas demais disciplinas de Matemática, também conduz o professor a refletir sobre sua postura, principalmente das disciplinas de Matemática em cursos superiores, em que é comum os docentes privilegiarem o trato formal e analíticos dos conteúdos, dado o tradicionalismo que prevalece nesse nível de ensino.

No geral, ressaltamos que a investigação de mestrado de Fontenele (2013) se constitui em um trabalho que deixa contribuições valiosas ao ensino de Álgebra Linear, pois além de apontar a complementaridade entre a Sequência Fedathi e as Alavancas Meta como algo promissor para o ensino dessa disciplina, a forma como a autora descreve a mediação e postura do professor durante a investigação, pode também auxiliar aos demais docentes a terem uma noção sobre a elaboração e condução de aulas em que a aprendizagem acontece por meio do pensamento reflexivo do estudante e o conhecimento é construído ao longo do desenvolvimento da aula.

No artigo “Relações entre a Sequência Fedathi e as Alavancas Meta no ensino de Álgebra Linear”, os autores Fontenele, Borges Neto e Santos (2015), analisam as relações e possibilidades resultantes da utilização conjunta da Sequência Fedathi e Alavancas Meta em aulas de Álgebra Linear, especificamente com o conteúdo relacionado a noção de base de um espaço vetorial. Visualizamos com esse trabalho uma possibilidade de ensino para a Álgebra Linear, pois por meio dele percebemos que o uso concomitante da Sequência Fedathi com as Alavancas Meta pode auxiliar a mediação docente e proporcionar aos alunos uma aprendizagem por reflexão, dessa forma acreditamos que a estratégia apresentada no estudo se constitui como algo promissor a melhoria do ensino e aprendizagem da referida disciplina.

No artigo intitulado por “A Sequência Fedathi na resolução de Sistemas de Equações Lineares”, Fontenele e Borges Neto (2016) apresentam um relato de experiência de uma aula com resolução de sistemas lineares ministrada na disciplina de Álgebra Linear, para uma turma do curso de mestrado profissional em Matemática (PROFMAT).

O referido trabalho apresenta uma contribuição para o ensino do referido conteúdo por apresentar uma proposta metodológica de ensino fundamentada na Sequência Fedathi, em que por meio da qual o raciocínio matemático que está por traz da técnica de

resolução de sistemas é evidenciado. Com isso, o professor proporciona ao aluno uma construção lógica do saber a ser aprendido até chegar na sistematização formal do conteúdo. Essa estratégia docente é de grande relevância por estimular no aprendiz o raciocínio matemático, conduzindo-o a pensar sobre os conteúdos a serem aprendidos e não se limitar a repetição de técnicas de resoluções recorrentemente apresentadas pelo professor. Nesse sentido, por meio do artigo em pauta, constatamos mais uma vez a ideia de que a Sequência Fedathi é uma metodologia bastante promissora para o ensino de conteúdos algébricos.

No capítulo de livro (2017) titulado por “O ensino de base de um espaço vetorial numa proposta construtiva”, Fontinele (2017) descreve uma vivência em que um professor da disciplina Introdução à Álgebra aborda a noção de base de um espaço vetorial com a utilização da Sequência Fedathi. Podemos perceber, por meio da descrição da autora, o quanto é importante a mediação do professor e atuação docente de forma a respeitar o tempo de maturação do aluno e não dar respostas prontas, mas proporcionar ao aprendiz a reflexão e a oportunidade de ter um papel ativo na construção do conhecimento.

Por meio do citado trabalho, o leitor pode ter uma noção de como aplicar a Sequência Fedathi em uma aula sobre base de um espaço vetorial, bem como também considerar o exemplo descrito pela autora e construir outras vivências, seja com conteúdos de Álgebra Linear ou mesmo com assuntos de outras disciplinas. Para além desses pontos elencados, Fontinele (2017) deixa com este estudo outras duas contribuições que consistem em: (1) considerar a metodologia de Ensino Sequência Fedathi como um caminho favorável a promoção de uma aprendizagem que é consequência da reflexão do aluno sobre o conteúdo matemático estudado e (2) baliza a noção de Alavanca Meta como relevante, sendo que a sua utilização em associação com a Sequência Fedathi se constitui como algo promissor a aprendizagem.

Na tese intitulada por: “Contribuições da Sequência Fedathi para o desenvolvimento do Pensamento Matemático Avançado: uma análise da mediação docente em aulas de Álgebra Linear”, Fontinele (2018) analisa como a ação docente fundamentada na Sequência Fedathi favorece o desenvolvimento do Pensamento

Matemático Avançado³ de alunos de Licenciatura em Matemática em aulas da disciplina Álgebra Linear. A pesquisa em evidência apresenta discussões de grande relevância que podem contribuir para a concepção de aulas de Álgebra Linear, de forma que o ensino seja favorável a construção dos conceitos algébricos. Ademais, a forma como a Sequência Fedathi foi utilizada, também pode servir de inspiração para a preparação de aulas com essa metodologia de ensino, seja para ministrar conteúdos de Álgebra Linear ou de outras disciplinas de um curso de Licenciatura em Matemática.

No estudo em pauta, Fontenele (2018) deixa muitas contribuições ao ensino de Álgebra Linear, uma delas é o fato de apontar a Sequência Fedathi como favorável ao desenvolvimento de processos de Pensamento Matemático Avançado em aulas da referida disciplina. Outra contribuição consiste em afirmar que para além disso, a referida metodologia de ensino também contribui para o desenvolvimento cognitivo, social, afetivo e metacognitivo dos alunos.

A Sequência Fedathi norteia a ação do professor quanto a mediação do conteúdo, de forma a respeitar o desenvolvimento cognitivo de cada estudante no seu tempo de maturação, favorecendo assim, a ação discente e conduzindo o aprendiz a compreender os conceitos de forma significativa e a colocar em prática o que se aprende. Nesse sentido, a pesquisa de Fontenele (2018) também pode contribuir para incentivar o docente de Álgebra Linear a promover um ensino dos conteúdos dessa disciplina com a criação de um ambiente em sala de aula favorável ao diálogo significativo que promova a construção gradual dos conceitos relacionados a Álgebra Linear e o desenvolvimento do raciocínio matemático do estudante.

Referente a Álgebra Abstrata, no cenário de estudos em Educação Matemática do Laboratório de Pesquisa Multimeios, encontramos a tese de Albuquerque (2005). No estudo intitulado por “O Conceito de Grupos: sua formação por alunos de Matemática”, a pesquisadora investigou em um curso introdutório da Teoria de Grupos, na disciplina Álgebra I do curso de Matemática da Universidade Federal de Campina Grande, o conceito formado por estudantes referente a Grupos Algébricos, bem como também

³ O Pensamento Matemático Avançado segundo Domingos (2003, p. 79): “Foca-se essencialmente nas abstrações de definições e deduções. Tem por base os processos de representação e abstração, processos estes que, no nível de ensino estudado, têm um maior grau de complexidade.”

verificou as dificuldades manifestadas por eles em compreender o conceito do referido objeto matemático.

Com a investigação, Albuquerque (2005) constatou uma ampla heterogeneidade de conhecimentos mobilizados pelos estudantes na solução das sequências de atividades propostas, e evidenciou a complexidade do conceito de Grupo, ressaltando a necessidade de serem trabalhadas a longo prazo situações diversas que venham a auxiliar os alunos na formação do conceito de tal estrutura algébrica. Pois segundo a autora, quanto mais situações variadas a respeito do conceito de grupo forem propostas, maior facilidade terá o estudante em esboçar mentalmente a imagem real dos traços e representação dessa estrutura algébrica, já que para além de formado, o conceito matemático precisa também ser internalizado.

Referente ao ensino da Teoria de Grupos, a pesquisadora destacou em suas considerações a percepção de que, ao longo de sua experiência pedagógica, o estudo de Grupos é sempre introduzido com a definição de operação binária, para em seguida ser apresentado o conceito da referida estrutura algébrica. Após apresentada a definição, são expostos exemplos clássicos desse objeto matemático e sugeridos aos alunos outras situações para que eles verifiquem a existência de tal estrutura algébrica em um dado conjunto munido de uma operação previamente estabelecida.

Com a maneira de ministrar o conteúdo, expondo apenas as definições e ilustrações de esquemas de resolução de problemas que serão reproduzidos pelos alunos, o docente perspectiva que o estudante identifique a estrutura de Grupo seguindo repetições de esquemas propostos em exemplos apresentados anteriormente. Porém, ele deve estar ciente de que o desenvolvimento de um conceito não se limita apenas a assimilação de definições e a reprodução de problemas já modelados com repetição de esquemas para se chegar as soluções. Pois de acordo com a pesquisadora:

De fato, saber escrever ou dar exemplos de grupo não garante a apropriação dos conceitos envolvidos e nem das características existentes no objeto grupo e nem o seu reconhecimento. Além disso, o fato de o aluno checar as propriedades em um conjunto com uma dada operação não o habilita a modelar situações em que o conceito de grupo está implícito [...] (ALBUQUERQUE, 2015, p. 255-256).

Embora a pesquisa de Albuquerque (2005) esteja restrita a estrutura algébrica Grupo, podemos extrair por meio do estudo deste trabalho, importantes reflexões acerca do ensino de Álgebra Abstrata. Com a leitura da tese, despertamos a atenção para a relevância da elaboração e aplicação de boas situações-problema que possam auxiliar os aprendizes na formação dos conceitos das estruturas algébricas.

Situações-problema variadas, bem elaboradas e bem exploradas em sala de aula atuarão como um eixo condutor de todo o desenvolvimento de um curso de Álgebra Abstrata. É importante ressaltar, conforme a autora, que essas situações-problema devem não só facilitar a formação do conceito central de um determinado conteúdo, mas para além disso, promover o desenvolvimento de outros conceitos e auxiliar o aprendiz na construção de representações para a modelagem de situações que o conduzirão a construir uma representação mental do conceito estudado. Nesse sentido Albuquerque (2005) assegura que:

[...] se o professor trabalhar com problemas já modelados, envolvendo significados puramente abstratos, ele não vai ajudar o aluno no desenvolvimento de suas capacidades criativas quanto às representações, e vai ter dificuldade de compreender os processos envolvidos na solução de um problema e as percepções de aluno, ficando limitado ao resultado final. (p. 261).

Dessa forma, a autora também faz refletir sobre a questão de sempre que possível não iniciar o estudo de um novo conceito já apresentando a sua definição. Ela alerta o docente para a necessidade de proporcionar ao aluno o maior número possível de situações-problema, em que os traços do conceito estudado vai se revelando ao aprendiz, assim como também outros conceitos irão se mostrando e relações serão estabelecidas com o conceito principal. Ou seja, o professor não deve entregar ao aluno o conceito pronto e evitar a aplicação de problemas já modelados. O intuito é criar uma extensa rede de construções de conhecimentos em que o aluno atue mobilizando conhecimentos e conceitos previamente assimilados para a partir disso construir um novo conceito.

Outro aspecto relevante que a autora evidencia no trabalho e deixa como incumbência aos docentes, é a criação de espaços de discussão em sala de aula para que os estudantes possam interagir com o professor e colegas. Para Albuquerque (2005, p. 261) “[...] ao falar sobre suas soluções, seus conhecimentos, o aluno vai fazendo as transformações no seu próprio pensamento, ao mesmo tempo em que o ouvinte vai

percebendo em que ponto ele está e em que pode ajudá-lo.” Também é por meio das averbações dos estudantes, a respeito de suas soluções para as situações propostas, suas conjecturas, hipóteses, erros e dúvidas que o professor poderá conhecer suas concepções a respeito do conceito estudado. Assim, a discussão em sala de aula se constitui como uma tática de grande relevância para a aprendizagem dos estudantes.

Outra consideração importante que Albuquerque (2005) apresenta em sua pesquisa relacionada a formação do conceito de Grupo, mas que pode ser considerada no estudo das demais estruturas algébricas, é a seguinte:

Investigar o nível de formação dos conceitos do aluno inter-relacionados com o conceito a ser estudado, uma vez que a manifestação dos significados, das representações e a utilização dos invariantes operatórios nas soluções dos problemas, envolve a articulação do conceito fundamental com os outros. (ALBUQUERQUE, 2005, p. 260-261).

A partir desse ponto de vista da autora, compreendemos que é de grande relevância o professor visualizar o conjunto de saberes assimilados anteriormente pelos estudantes e que conhecimentos devem ser mobilizados por eles para a assimilação dos novos saberes.

Como é perceptível, pelos pontos de reflexão aqui apresentados, a pesquisa de Albuquerque (2005) apresenta contribuições relevantes ao ensino das estruturas álgebras, e embora a pesquisadora tenha focado a sua investigação na formação do conceito de Grupo, entendemos que as discussões referentes ao ensino de Grupos Algébricos no estudo de sua tese também podem ser consideradas durante o desenvolvimento de toda a disciplina de um curso de Álgebra Abstrata. Dessa forma consideramos o estudo de Albuquerque (2005) como um trabalho muito importante e que deixa sua contribuição ao ensino de Álgebra Abstrata no contexto das pesquisas em matemática do Laboratório de Pesquisa Multimeios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos referentes a Álgebra Linear e a Álgebra Abstrata desenvolvidos no Laboratório de Pesquisa Multimeios (com exceção do estudo de Albuquerque (2005)), estão fundamentados na metodologia de ensino Sequência Fedathi que foi idealizada pelo matemático, professor e pesquisador da Universidade Federal do Ceará (UFC), Dr. Hermínio Borges Neto.

A proposta de Borges Neto com a Sequência Fedathi é que o professor possibilite ao aluno, mediante a apresentação de um problema desconhecido, executar os passos que um matemático profissional realiza em seu trabalho quando precisa resolver um novo problema a ele proposto, ou seja, toma posse dos dados da questão, mobiliza conhecimentos adquiridos anteriormente, faz conjecturas, elabora estratégias de resolução, testa resultados, faz análise de erros, caso venha a cometê-los e, se necessário, incorpora novas condutas no intuito de refazer o modelo até solucionar a situação apresentada. Nessa proposta de ensino, o docente assume a postura de um mediador de saberes e o estudante tem um papel ativo com grande responsabilidade no processo de construção de seus conhecimentos. As pesquisas elegidas no estudo, com exceção do estudo de Albuquerque (2005), apontam a Sequência Fedathi como uma proposta viável a aprendizagem dos conteúdos algébricos.

No que concerne a resposta a pergunta norteadora deste estudo que consiste em questionar como os pesquisadores do Laboratório de Pesquisa Multimeios têm tratado o ensino de Álgebra Linear e de Álgebra Abstrata, destacamos que os estudos deixam subsídios de que os pesquisadores do referido laboratório prezam por um ensino de Álgebra em que a aprendizagem ocorre por reflexão e ação dos estudantes. Nesse sentido, há um olhar direcionado dos autores das pesquisas encontradas, para a postura docente em sala de aula, bem como para o “pensar” sobre a relevância da mediação do professor e a necessidade de se proporcionar vivências em que o aluno possa interagir, elaborar conjecturas e tenha tempo de maturar as suas ideias, seguindo o que propõe a Sequência Fedathi, vindo dessa forma a ter uma maior motivação em aprender os conteúdos algébricos.

Destacamos que as investigações em Educação Matemática do Laboratório de Pesquisa Multimeios são relevantes no sentido de reforçar o debate inerente ao ensino de Álgebra, que é tão necessário, dada a relevância dessa área da Matemática e os obstáculos que recorrentemente os estudantes enfrentam ao aprender os conteúdos algébricos.

Assim, perspectivamos que para além dos pesquisadores cujos trabalhos foram discutidos neste estudo, outros integrantes do Laboratório de Pesquisa Multimeios venham a dar continuidade as pesquisas relacionadas ao ensino de Álgebra, proporcionando estratégias diversas para a abordagem desse ramo da Matemática com o

intuito de melhorar o ensino e aprendizagem dos conteúdos algébricos, ampliando, no rol das pesquisas em Educação Matemática o debate a respeito dessa área.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Isabel Maria Barbosa de. **O conceito de Grupo: sua formação por alunos de Matemática**. 2005. 342 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação Brasileira, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005. Disponível em:

http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3111/1/2005_Tese_IMBAlbuquerque.pdf. Acesso em: 30 jun.2020.

ALVES, Francisco Regis Vieira. **Aplicações da Sequência Fedathi na promoção do raciocínio intuitivo no Cálculo a Várias Variáveis**. 2011. 497 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Faculdade de Educação – Faced, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em:

<www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3166/1/2011_Tese_FRVALVES.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2019.

BORGES NETO, Hermínio (org.). **Sequência Fedathi no ensino de matemática**. Curitiba, PR: CRV, 2017. 154 p. v. 1.

BORGES NETO, Hermínio (org.). **Sequência Fedathi além das ciências duras**. Curitiba, PR: CRV, 2017. 166 p. v. 2.

BORGES NETO, Hermínio (org.). **Sequência Fedathi: Fundamentos**. Curitiba: CRV, 2018. 136 p. v. 3.

BORGES NETO, Hermínio (org.). **Sequência Fedathi interfaces com o pensamento pedagógico**. Curitiba, PR: CRV, 2019. 238 p. v. 4.

CARMO, Fernanda Maria Almeida do. **O ensino a distância do conceito de medida baseado na Sequência Fedathi**. 2022. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64708>. Acesso em: 25 mar. 2023.

DOMINGOS, António Manuel Dias. **Compreensão de Conceitos Matemáticos Avançados – A Matemática no início do Superior**. 2003. 407 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências de Educação, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2003. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/78/1/domingos_2003.pdf. Acesso em: 02 jun. 2023.

FONTENELE, Francisca Cláudia Fernandes. **A Sequência Fedathi no ensino da Álgebra Linear: o caso da noção de base de um espaço vetorial**. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Brasileira, Faculdade de Educação,

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em:
<http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7521/1/2013-DIS-FCFFONTENELE.pdf>.
Acesso em: 13 fev. 2019.

FONTENELE, Francisca Cláudia Fernandes; BORGES NETO, Hermínio; SANTOS, Maria José Costa dos. Relações entre a Sequência Fedathi e as Alavancas Meta no ensino de Álgebra Linear. **Em Teia – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, Recife, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2015. Disponível em:
<https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/2264/1831>. Acesso em: 01 mar. 2021.

FONTENELE, Francisca Cláudia Fernandes; BORGES NETO, Hermínio. A Sequência Fedathi na resolução de Sistemas de Equações Lineares. In: **Congresso Nacional de Educação - CONEDU**, 3, 2016, Natal. Congresso. Disponível em:
https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2016/TRABALHO_EV056_MD1_SA8_ID11992_17082016005512.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

FONTENELE, Francisca Cláudia Fernandes. O ensino de base de um espaço vetorial numa proposta construtivista. In: BORGES NETO, Hermínio (org.). **Sequência Fedathi no ensino de Matemática**. Curitiba: CRV, 2017. p. 75-94.

FONTENELE, Francisca Cláudia Fernandes. **Contribuições da Sequência Fedathi para o desenvolvimento do pensamento matemático avançado: uma análise da mediação docente em aulas de álgebra linear**. 2018. 192 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação Brasileira, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em:
http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/37490/3/2018_tese_fcffontenele.pdf.
Acesso em: 28 mar. 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.

MENEZES, Daniel Brandão. **O Ensino do Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva da Sequência Fedathi: caracterização do comportamento de um bom professor**. 2018. 127 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em:
<http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/37124/1/2018_tese_dbmenezes.pdf>.
Acesso em: 19 mar. 2019.

PINHEIRO, Ana Cláudia Mendonça. **Concepção e desenvolvimento de uma formação continuada de professores de matemática baseada na Sequência Fedathi**. 2016. 135 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Educação, Faculdade de Educação - Faced, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/20827/1/2016_tese_acmpinheiro.pdf. Acesso em: 25 fev. 2023.

SANTOS, Joelma Nogueira dos. **O Laboratório de Matemática e Ensino (LME) na formação inicial do professor: orientações metodológicas com base na Sequência Fedathi**. 2021. 209 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Educação Brasileira, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/59281>. Acesso em: 19 jan. 2023.

SOUSA, Francisco Edison Eugênio de *et al*, (org.). **Sequência Fedathi: Uma Proposta Pedagógica para o Ensino de Matemática e Ciências**. Fortaleza: Edições UFC, 2013. 184 p.

TORRES, Antonia Lis de Maria Martins. **Sobre tecnologias, educação, formação e etnografia: a experiência do Laboratório de Pesquisa Multimeios da Faculdade de Educação (UFC)**. 2014. 205 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/12756>. Acesso em: 09 nov. 2022.

HISTÓRICO

Submetido: 10 de julho de 2023.

Aprovado: 10 de novembro de 2023.

Publicado: 01 de dezembro de 2023.