



# EBRAPEM027

Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática



## A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO GEOGEBRA NO ENSINO DA ÁLGEBRA LINEAR: UMA VISÃO ALÉM DO ABSTRATO

Vinícius dos Santos Honorato<sup>1</sup>

GD 06 – Educação Matemática, Tecnologias Digitais e Educação à Distância

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma proposta de pesquisa que tem como objetivo investigar as contribuições da utilização do aplicativo GeoGebra no ensino da disciplina Álgebra Linear. Teoricamente, discute-se aspectos sobre uso investigativo de tecnologias digitais. Metodologicamente, esta é uma pesquisa de natureza qualitativa. Os dados serão produzidos fundamentalmente a partir das diferentes formas de registro de implementações em aula com alunos de Licenciatura em Matemática. Os registros audiovisuais e escritos/digitados oriundos das atividades serão analisados visando a compreensão do processo de aprendizado de conceitos voltados aos temas vetores, sistemas lineares, espaços vetoriais e transformações lineares.

**Palavras-chave:** Álgebra Linear. GeoGebra. Tecnologias Digitais. Ensino de Matemática.

### INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Neste trabalho busco explicitar o projeto de pesquisa de Doutorado no qual proponho investigar as possíveis contribuições da utilização de tecnologias digitais com respeito ao aprendizado de conceitos de Álgebra Linear. Para tanto, proponho realizar intervenções com alunos de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). As implementações serão desenvolvidas mediante realização de atividades e de momentos de discussão coletiva de resultados. As discussões terão enfoque em compreender, junto aos discentes, possibilidades de explorar de forma visual alguns tópicos que em geral são abordados de forma puramente algébrica, como por exemplo combinações lineares, base e dimensão de um espaço vetorial e transformações lineares. O olhar que pretendo lançar sobre as interações buscará identificar possíveis avanços na construção do conhecimento por parte dos participantes.

Minha trajetória acadêmica se iniciou na licenciatura em Matemática cursada na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Tive a oportunidade, como aluno de

---

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ; Programa de Pós-graduação em Educação, contextos contemporâneos e demandas populares; Doutorado em Educação; honoratovinicius@hotmail.com; orientador(a): Marcelo Almeida Bairral.

iniciação científica, de fazer parte do Grupo de Estudos e Pesquisas das Tecnologias da Informação e Comunicação em Educação Matemática (GEPETICEM), sob a coordenação do Prof. Dr. Marcelo Almeida Bairral. Este foi meu primeiro contato com a utilização de tecnologias no campo da Educação Matemática. O estudo de graduação teve como objetivo elaborar e implementar atividades com o uso de tecnologias para a melhoria do aprendizado de Geometria Espacial mediante tarefas voltadas para o processo de visualização de poliedros.

Em 2016 ingressei como mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), no campus de Rio Claro. A pesquisa de mestrado aconteceu no âmbito do Grupo de Pesquisa em Informática e outras Mídias (GPIMEM) sob a orientação do Prof. Dr. Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva. Meu estudo teve como objetivo descrever e analisar o processo de elaboração de atividades matemáticas investigativas com o software GeoGebra. Particularmente, os sujeitos de pesquisa eram pesquisadores que se reuniam e desenvolviam atividades a fim de serem implementadas em um futuro curso focado em explorar figuras geométricas.

Tal estudo me proporcionou entender que o processo de elaborar atividades com tecnologias perpassa por momentos como insight<sup>2</sup>, discussão sobre quais potencialidades da tecnologia empregada podem ser diferenciais para o aprendizado da Geometria, reflexões sobre enunciado de questões, implementação e revisão após feedback do público alvo. Neste sentido as pesquisas de Graduação e Mestrado são, também, motivação para o desenvolvimento deste anteprojeto, já que pretendo continuar e aprofundar meus estudos dentro do campo das Tecnologias Digitais e Educação Matemática.

Em 2018 fui admitido como Tutor Presencial do CEDERJ no polo de Angra dos Reis, onde passei a atuar em disciplinas sob a coordenação do curso de Licenciatura em Matemática, dentre elas a Álgebra Linear. Com o tempo, pude perceber o quanto os alunos tinham dificuldades em entender conceitos que eram tratados como abstratos em meio aos seus estudos. Frequentemente, ao terminarem uma questão, os alunos costumavam me fazer a seguinte pergunta: “mas o que isso significa?”. Em certa oportunidade decidi utilizar um projetor multimídia acompanhado de computador e do software GeoGebra em sala, a fim de auxiliar os alunos a visualizarem o conceito de sistemas lineares. O feedback que recebi dos discentes foi positivo, principalmente no que diz

---

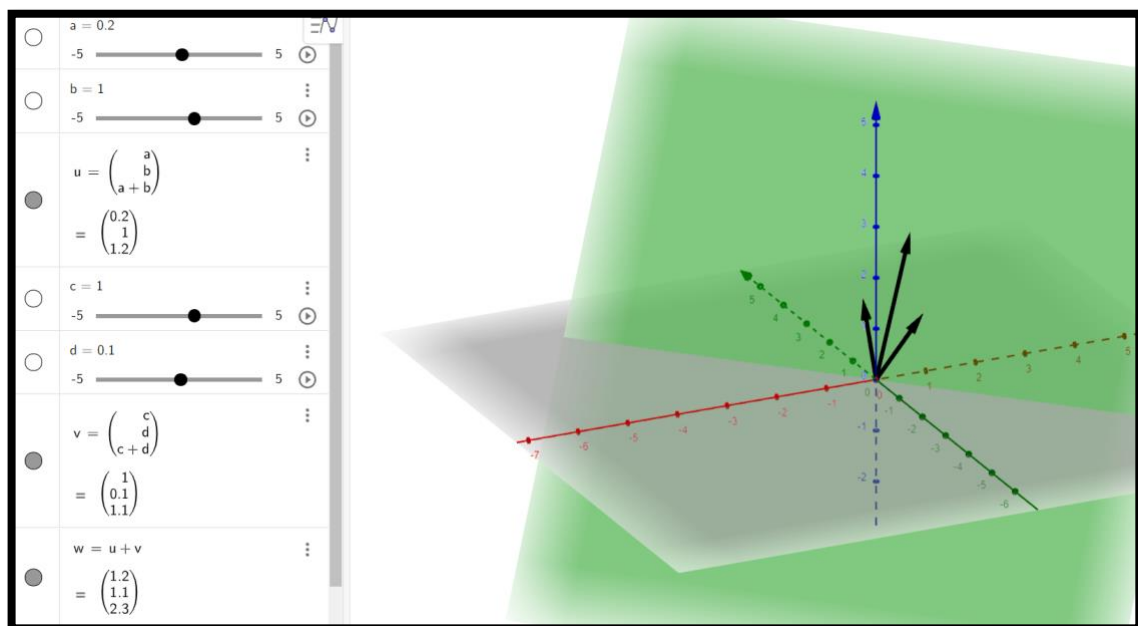
2 insight seria a motivação para desenvolver uma atividade ou o primeiro pensamento que levou um sujeito a desenvolver uma tarefa.



respeito à matéria “fazer sentido”, como os próprios relataram. A partir desta experiência decidi submeter tal projeto de pesquisa para estudar, baseando-me em teoria e prática, os impactos que uma abordagem visual da Álgebra Linear pode causar ao aprendizado de graduandos de Licenciatura em Matemática.

As implementações propostas ocorrerão no âmbito da disciplina Ensino de matemática II do curso de Licenciatura em Matemática da UFRRJ, disciplina ministrada pelo orientador da pesquisa, preservando assim a exequibilidade da mesma. Serão propostas aos alunos atividades que ressaltam os aspectos visuais dos conteúdos vetores, sistemas lineares, espaços vetoriais (Figura 1) e transformações lineares. São previstos de quatro a seis encontros para a produção de dados da pesquisa.

*Figura 1: Soma de vetores num espaço vetorial*



Fonte: Produção do autor

A disciplina servirá como cenário de pesquisa de forma que tomarei notas de campo, farei relatórios de aula e registrarei em gravação (audiovisual) os encontros, registrando a realização das atividades e discussões posteriores. Desta forma desejo estudar de que maneira/se as atividades propostas podem contribuir para a apropriação dos conteúdos vistos e qual a visão dos alunos sobre este recorte<sup>3</sup> da disciplina antes e depois do curso proposto.

<sup>3</sup> A palavra recorte se refere aos tópicos escolhidos (sistemas lineares e espaços vetoriais), já que a disciplina Álgebra Linear envolve outros tópicos



No contexto deste anteprojeto de pesquisa a palavra atividade é empregada como sinônimo das palavras tarefa e problema, corroborando com Ponte, Brocardo e Oliveira (2013) que utilizam estes termos para se referirem às investigações propostas aos alunos.

Em termos de justificativa e relevância inerentes ao escopo do presente projeto, serão abordados ao longo do texto as seguintes temáticas: ensino de Álgebra Linear; atividades matemáticas investigativas; uso de tecnologias digitais em Educação Matemática e; aspectos sobre o aplicativo GeoGebra.

Na seção seguinte destaco a questão e os objetivos de pesquisa.

## QUESTÃO DE PESQUISA

Pretendo orientar este estudo através da seguinte questão de pesquisa: quais contribuições da utilização do software GeoGebra pode trazer ao aprendizado da disciplina Álgebra Linear?

## OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é investigar quais as potencialidades e obstáculos do uso de tecnologias digitais no processo de aprendizagem de Álgebra Linear no Ensino Superior.

### *Objetivos específicos:*

- Desenvolver e/ou adaptar atividades baseadas na investigação matemática e na experimentação com tecnologias que abordem os temas vetores, sistemas lineares, espaços vetoriais e transformações lineares;
- Analisar aspectos relacionados ao ensino e aprendizado de licenciandos em Matemática mediante atividades desenvolvidas com o GeoGebra sobre os referidos temas;
- Discutir as possibilidades de abordagem da Álgebra Linear em sala de aula do ensino superior;
- Refletir com os futuros professores a importância da inserção das tecnologias digitais em aulas de Matemática.



## REFERENCIAL TEÓRICO

A Álgebra Linear possui aplicações em diversas áreas da sociedade, sendo disciplina integrante de diversos cursos de graduação, tais como Engenharias, Matemática e Física. Sendo uma disciplina pautada em rigor matemático e abstração, a Álgebra Linear acaba por se tornar motivo de dificuldade por parte dos alunos que a cursam (Kripka, et al. 2017). Tais dificuldades evidenciam que propostas de utilização de práticas envolvendo o uso de tecnologias podem trazer para os estudantes uma visão diferente a respeito da disciplina.

No passado, Álgebra Linear foi pensada como uma forma de expressar, não geometricamente, alguns conceitos como ângulo, posição e direção de movimentos, muito embora, no início, esta dissociação não tenha ocorrido rapidamente. Sendo assim, hoje grande parte das dificuldades referentes à disciplina está em os alunos ampliarem habilidades de manipulação algébrica, o que nem sempre significa compreender os conceitos e seus significados, como afirmam Richit, *et al.* (2013). As autoras salientam que a utilização de recursos tecnológicos no enfoque de conceitos de Álgebra Linear permite que seu quesito geométrico seja resgatado. Neste ponto, concordo com as autoras que tal quesito possa se apresentar como forma alternativa para a compreensão dos tópicos da disciplina.

Nesta pesquisa serão abordadas atividades voltadas para a Geometria Euclidiana Plana e Espacial, pois segundo Bairral (2009) muitos estudantes apresentam dificuldades em compreender e representar objetos geométricos, e que estas adversidades se agravam quando exploram-se figuras tridimensionais. Em se tratando de Álgebra Linear, serão abordados planos, retas e pontos nos espaços bi e tridimensionais como forma de visualizar e compreender certos conceitos.

As concepções expostas a respeito do ensino de Matemática fomentam a possibilidade de novas abordagens de tópicos desta área do conhecimento em sala de aula. Nesse sentido, os *softwares* de Geometria Dinâmica surgem como uma das opções curriculares mais enfatizadas atualmente. Estes permitem desenho, construção e manipulação de objetos geométricos, facilitando a exploração de conjecturas e investigação de relações que precedem o uso do raciocínio formal (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2013). Programas com essa característica permitem que figuras geométricas construídas segundo suas propriedades sejam arrastadas sem que suas características matemáticas fundamentais sejam alteradas (ZULATTO, 2003).

Atualmente existem inúmeros aplicativos nos quais os sujeitos podem explorar diferentes conceitos matemáticos, estimulando o chamado “pensar matematicamente” (BRASIL, 2006). O



uso de *softwares* traz ao discente uma liberdade para procurar soluções, fazer observações, testar hipóteses e criar conjecturas.

Para tal pesquisa, optei pelo uso do *software/aplicativo*<sup>4</sup> GeoGebra como ferramenta para o desenvolvimento e implementação das atividades por ser um programa de Geometria Dinâmica multiplataforma, atendendo a vários níveis de ensino e podendo abordar inúmeras áreas dentro da Matemática, como Geometria, Álgebra, Aritmética e Estatística. O GeoGebra também é um *software* de código livre podendo ser obtido mediante *download* gratuito diretamente no site oficial do aplicativo<sup>5</sup>. Desde que foi lançado, em 2001, professores e pesquisadores têm utilizado o GeoGebra como ferramenta didático-pedagógica em suas práticas e pesquisas. Assim o aplicativo foi se consolidando enquanto tecnologia inovadora na Educação Matemática (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014).

A quantidade de pesquisas envolvendo o GeoGebra é considerável. Além dos diversos Institutos GeoGebra ao redor do mundo, tem sido também realizadas conferências internacionais específicas sobre o mesmo. Nesta pesquisa, pretendo utilizar também os recursos tridimensionais do *software*, um artifício que foi incorporado ao programa em meados de 2014. Breda, Trocado e Santos (2013) apontavam, antes da atualização destacada anteriormente, que

[...] com o desenvolvimento da próxima versão 5.0 do GeoGebra, introduzindo a folha gráfica 3D, a construção de representações algébricas e geométricas de objetos tridimensionais tornou-se trivial e acessível a utilizadores com pouca experiência de trabalho com o GeoGebra. (BREDA; TROCADO; SANTOS, 2013, p. 3)

Especialmente no campo da Álgebra Linear, o GeoGebra apresenta potencialidades como o controle deslizante, que pode ser utilizado para variar os coeficientes de um sistema linear e explorar suas soluções (determinado, indeterminado ou impossível) através da interação dos planos e/ou retas que surgem na tela. Neste exemplo de exploração a ferramenta “interseção de superfícies” também se constitui como possibilidade de uso.

Mesmo reconhecendo as potencialidades de uma ferramenta tecnológica, se faz necessário destacar que somente estas potencialidades não são suficientes para constituir um ambiente investigativo matemático. Aspectos como *design* de atividades, papel do professor mediador e a forma de uso destas potencialidades numa perspectiva educacional também se constituem como fundamentais para a construção de um cenário de investigação.

---

<sup>4</sup>As palavras *software* e *aplicativo* são utilizadas neste anteprojeto em função do curso proposto não pretender limitar a utilização do GeoGebra a somente smartphones ou somente computadores de mesa.

<sup>5</sup> <https://www.geogebra.org/download>





A palavra *design* no contexto deste anteprojeto significa a forma com que a atividade é apresentada ao aluno, seja qual for a mídia utilizada pelo professor para disponibilizá-la. Com respeito a esta composição da atividade, pretendo me basear na noção de Investigação Matemática definida por Ponte, Brocardo e Oliveira (2013) e que envolve quatro momentos principais: o reconhecimento da situação, exploração preliminar e sua formulação de questões; formulação de conjecturas; realização de testes, refinamento de conjecturas e argumentação à demonstração, finalizando com a avaliação do trabalho realizado.

Portanto, uma atividade matemática investigativa deve possuir um *design* que proporcione ao aluno trabalhar os quatro momentos citados anteriormente, além de manter um caráter aberto dos questionamentos. Richit *et al.* (2012) consideram ainda que atividades de natureza exploratório-investigativas são problemas onde os alunos se envolvem num processo de investigar soluções, buscando estratégias individuais, experimentando e refinando conjecturas.

Ponte, Brocardo e Oliveira (2013) enfatizam que

Investigar em Matemática assume características muito próprias, conduzindo rapidamente à formulação de conjecturas que se procuram testar e provar, se for o caso. As investigações matemáticas envolvem, naturalmente, conceitos, procedimentos e representações matemáticas, mas o que mais fortemente as caracteriza é este estilo de conjectura-teste-demonstração (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2013, p. 10).

O papel do professor em um ambiente investigativo é outro ponto que tem sua relevância. É necessário que o aluno se sinta à vontade e com tempo suficiente para realizar a tarefa proposta. E além dos quatro aspectos citados anteriormente, o momento de discussão coletiva também se torna fundamental para o aprendizado de conceitos. O aluno deve sentir suas ideias valorizadas, discutindo-as com os colegas sem precisar de uma validação constante do professor (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2013).

Nesta pesquisa, proponho utilizar a investigação matemática como estratégia de aula, ou seja, como norte para desenvolver e implementar tarefas com os cursistas. Portanto as atividades desenvolvidas possuirão caráter aberto, com diferentes formas de resolução, com inclinação para a descoberta e suscitando o desenvolvimento de conjecturas, suas provas, bem como uma discussão final. A mediação do professor, defendida por Ponte, Brocardo e Oliveira (2013), será feita por meio de grupo de mensagens, no qual os alunos podem discutir as atividades que forem feitas de forma assíncrona, e nos encontros síncronos mediante discussão coletiva das atividades.

Pretendo nesta pesquisa propor atividades de caráter exploratório baseando-me, também, na noção de experimentação com tecnologias que, segundo Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014,



p.51), busca “explorar as potencialidades diferenciadas de uma tecnologia” por meio de problemas abertos que admitam mais de uma forma de solução, além de gerarem novos problemas”. Para tais autores, esta perspectiva proporciona o conhecimento numa dimensão heurística de descobertas e é apropriada para um ambiente de aprendizagem matemática. A experimentação com tecnologias pode ser entendida como o uso de tecnologias para explorar problemas e conceitos matemáticos, buscando explorar as potencialidades diferenciadas do recurso empregado.

Assim como observar o aprendizado de conceitos dos alunos baseado nas noções de investigação matemática e experimentação com tecnologias, nesta pesquisa busco identificar também aspectos voltados ao processo de visualização, o qual Veloso (1999) define como a construção e manipulação de imagens mentais. Em sintonia com este autor, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014, p.53) conceituam a visualização como um “processo de formação de imagens que torna possível a entrada em uma cena de representações dos objetos matemáticos para que possamos pensar matematicamente”. Portanto, este trabalho terá um olhar atento para os momentos em que as atividades proporcionem conexões entre as representações algébrica e visual dos conceitos trabalhados.

Lemos e Bairral (2010) dimensionam o processo de visualização como uma forma efetiva para a compreensão da Matemática, apesar da língua verbal e escrita ser a mais utilizada em sala de aula. Baseado nesta observação, nesta pesquisa pretendo articular as diferentes formas de interpretar a Álgebra Linear a fim de proporcionar um aprendizado alternativo ao que é empregado hoje em livro e apostilas da disciplina.

Nesta seção discutimos brevemente o ensino de Álgebra Linear, mencionamos alguns aspectos sobre o *software* GeoGebra e exploramos alguns enfoques com relação ao uso de tecnologias no ensino e aprendizagem de Matemática como a investigação matemática, a experimentação com tecnologias e a visualização. A seguir, apresentamos a proposta de metodologia de pesquisa.

## **METODOLOGIA**

Esta pesquisa é de natureza qualitativa. Segundo Borba e Araújo (2006),

O qualitativo engloba a ideia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões. O significado atribuído a essa concepção de pesquisa também engloba noções a respeito de percepções de diferenças e semelhanças de aspectos comparáveis de experiências (...). Entende-se que a noção de rigor não seria aplicável a dados qualitativos, uma vez que a





eles faltaria precisão e objetividade, dificultando ou impossibilitando a aplicação de quantificadores. (BORBA; ARAÚJO, 2006, p. 106)

Nesta linha de pensamento, este estudo se caracteriza como uma pesquisa qualitativa concordando com Bicudo (2012). A autora afirma que neste perfil pode-se compreender características do fenômeno investigado. Esta visão possibilita então compreender a forma com que a implementação de atividades investigativas com tecnologias se dará no contexto proposto.

A pesquisa proposta será realizada no contexto da disciplina Ensino de Matemática II da Licenciatura em Matemática da UFRRJ, tendo como sujeitos de pesquisa alunos que cursam a graduação em Licenciatura em Matemática em modelo presencial. As implementações propostas contarão com atividades a serem realizadas com o auxílio do software GeoGebra envolvendo temas de Álgebra Linear. Os alunos também responderão a questionários e farão atividades deixadas para casa sobre os mesmos temas.

A disciplina de Álgebra Linear é componente dos segundo e terceiro períodos do curso de Licenciatura em Matemática da UFRRJ. Desta forma, os sujeitos participantes possivelmente já terão cursado a disciplina, visto que que Ensino de Matemática II é componente do oitavo período da grade dos estudantes.

As atividades propostas abordarão os temas Vetores, Sistemas Lineares, Espaços Vetoriais e Transformações Lineares, bem como suas aplicabilidades nos espaços euclidianos  $\mathbb{R}^2$  e  $\mathbb{R}^3$ <sup>6</sup>. Para tal, o aplicativo utilizado será o GeoGebra, de forma que os alunos poderão manuseá-lo em tablets para realizar as tarefas. Os estudantes poderão optar pela utilização do GeoGebra em smartphone ou notebooks caso prefiram.

A implementação das atividades passará por propor, junto aos participantes, atividades familiarização dos mesmos com o Software GeoGebra, partindo do pressuposto que nem todo o público terá conhecimento desta ferramenta. Na sequência, introduzir atividades envolvendo alguns conceitos inerentes à Álgebra Linear como ponto, reta, vetor, plano, combinação linear, dependência e independência linear, base, dimensão, soma, interseção de espaços vetoriais e matrizes. Desta forma, durante o desenvolvimento das aulas trabalharemos numa perspectiva de exploração de tais conceitos através do software GeoGebra proporcionando o que chamaremos de interpretação visual.

---

<sup>6</sup> Ressalto que estes tópicos possuem aplicabilidades em diferentes campos da ciência, porém esta pesquisa terá como foco suas interpretações geométricas, ou seja, aplicações dentro da própria Matemática.



Pretendo também aplicar dois questionários (inicial e final) referentes à disciplina em discussão a fim de analisar o impacto do curso proposto na visão que os alunos possuem a respeito da Álgebra Linear.

Nesta pesquisa, serão realizados os seguintes procedimentos:

1. Levantamento e análise de materiais educacionais já existentes sobre o uso de tecnologias digitais voltados especificamente para o ensino de Álgebra Linear;
2. Levantamento e análise de atividades (investigativas) para o ensino de Álgebra Linear, visando sua adaptação ao uso do aplicativo GeoGebra;
3. Seleção e elaboração de atividades investigativas abordando os tópicos vetores, sistemas lineares, espaços vetoriais e transformações lineares;
4. Implementação das atividades e questionários com os sujeitos;
5. Revisão e Análise dos registros gerados através interação entre cursistas, conteúdo e tecnologias;

Novamente, cabe mencionar que estes procedimentos podem ser alterados de maneira exequível, mediante a pertinência para o desenvolvimento e qualidade da pesquisa, sendo esta uma característica da pesquisa qualitativa.

Quanto à análise dos dados, pretendo utilizar a noção de *triangulação* (BORBA; ARAUJO, 2006). Tal perspectiva diz respeito à produção e comparação/contraste entre diferentes fontes de dados. No caso da presente pesquisa, será realizada a triangulação entre os registros audiovisuais dos encontros (realização e discussão das atividades), as notas de campo e relatórios de aula que farei e dos questionários aplicados ao início, durante e ao final do curso.

A triangulação de dados não apenas oferece legitimidade com relação à condução da pesquisa, mas amplia o repertório de recursos para compreensão do pesquisador acerca do fenômeno ou situação investigada. A triangulação tem também o papel de atribuir qualidade interpretativa com relação à dimensão intersubjetiva que envolve o papel do pesquisador na pesquisa qualitativa.

Outro procedimento analítico da presente pesquisa fundamenta-se no *modelo de análise de vídeos* proposto por Powell, Francisco e Maher (2004) que será aplicado na análise das gravações dos encontros síncronos. Tal modelo pode ser utilizado para análise de sessões de experimentos de ensino ou situações e outros tipos de situações de ensino-aprendizagem. Portanto, tal perspectiva analítica se faz pertinente ao objetivo proposto.



O modelo de análise de vídeos proposto por Powell, Francisco e Maher (2004) é composto pelos seguintes procedimentos: 1. *Observação dos dados do vídeo*. 2. *Descrição dos dados*. 3. *Identificação de eventos críticos*. 4. *Transcrição*. 5. *Codificação*. 6. *Construção do enredo*. 7. *Composição da narrativa*. Com destaque para os eventos críticos, que são aqueles que se mostram significativos para o tema da pesquisa direta ou indiretamente.

## CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Com o desenvolver da pesquisa espero trazer contribuições para o campo do ensino de Álgebra Linear. Ainda que esta área da Matemática tenha sido desenvolvida com o intuito de compreender a Geometria de forma algébrica e menos visual, os alunos que pude observar frequentando a disciplina costuma se perguntar o que exatamente estão fazendo, em meio aos rebuscados processos algébricos envolvidos. Logo, proporcionar ao aluno possibilidades de compreender os conceitos de forma diversificada, pode auxiliar os discentes a esclarecerem as aplicações e utilidades da disciplina.

## REFERÊNCIAS

BAIRRAL, M. A. **Tecnologias da Informação e Comunicação na Formação e Educação Matemática**, 1ª Edição, Rio de Janeiro: Ed. da UFRRJ, 2009.

BICUDO, M. A. V. A pesquisa em educação matemática: a prevalência da abordagem qualitativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba v. 5, n. 2, p. 15-26, mai-ago. 2012

BORBA, M. C.; ARAUJO, J. L.: Construindo pesquisa coletivamente em educação Matemática. **In BORBA, M. C.; ARAUJO, J. L. (Org.). Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 2ª edição. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: Sala de Aula e Internet em Movimento**. 1ª Edição. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BRASIL: **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Capítulo 3: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias - Conhecimentos de Matemática. (pp. 87-90). MEC: SEB, 2006.



**XXVII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática**  
Tema: Desafios educacionais e impactos Sociais das Pesquisas em Educação Matemática.  
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática / Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Vitória-ES  
12, 13 e 14 de outubro de 2023 – presencial.

BREDA, A.; TROCADO, A.; SANTOS, J. O GeoGebra para além da segunda dimensão. **Indagatio Didactica**, Aveiro v. 5, n.1, p. 60-84, julho. 2013.

KRIPKA, R. M. L.; et al. Aprendizagem de Álgebra Linear: explorando recursos do GeoGebra no cálculo de esforços em estruturas. **Acta Scientiae**, v.19, n.4, p. 544-562, jul-ago. 2017.

LEMOS, W. G. BAIRRAL, M. A. **Poliedros estrelados no currículo do ensino médio**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Ed. da UFRRJ, 2010.

PONTE, J. P.M.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. 3ª Edição. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J.; MAHER, C. Uma abordagem à análise de dados de vídeo para investigar o desenvolvimento das ideias matemáticas e do raciocínio de estudantes. **Bolema**, 21, 2004. 81-140.

RIC HIT, A. et al. Articulação entre álgebra linear e tecnologias digitais: perspectivas de exploração matemática no software GeoGebra. En SEMUR, Sociedad de Educación Matemática Uruguay (Ed.), **VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática** (pp. 515-522). Montevideo, Uruguay: SEMUR. 2013.

RIC HIT, A. et al. Contribuições do Software GeoGebra no estudo de cálculo diferencial e integral: uma experiência com alunos do curso de geologia. **Revista do Instituto Internacional de Geogebra de São Paulo**, São Paulo v. 1, p. 90-99, 2012.

VELOSO, E. Ensino da geometria: Ideias para um futuro melhor. In Veloso E.; Fonseca H.; Ponte J. P.; P. Abrantes (Eds.), **O ensino da Geometria no Virar do Milênio**. Lisboa: Dep. Educação / Fac. Ciência, 1999, pp. 17-32.

ZULATTO, R. B. A. O perfil dos professores de matemática que utilizam softwares de geometria dinâmica em suas aulas. In: VALENTE, V. R. (Org.) **Anais do II SIPEM**. São Paulo. SBEM, 2003.

