

RESULTADOS DA APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA GEOMETRIA ANALÍTICA

Data de submissão: 07/07/2023

Data de aceite: 01/08/2023

Guilherme Porto

Instituto Federal Farroupilha
São Borja – RS
<http://lattes.cnpq.br/5735653099270140>

Débora Marília Hauenstein

Instituto Federal Farroupilha
São Borja – RS
<http://lattes.cnpq.br/3461042376308753>

André Luis Andrejew Ferreira

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/0257799779736390>

RESUMO: Este trabalho apresenta a análise de uma sequência didática que aborda as dificuldades de aprendizado na disciplina de Geometria Analítica em cursos de nível superior. A proposta envolve o uso do software GeoGebra como ferramenta pedagógica, baseada em estudos anteriores que destacaram os benefícios do uso dessa tecnologia no ensino da matemática. Realiza-se uma revisão bibliográfica que, por meio de uma análise crítica, identificou algumas das principais dificuldades de aprendizagem nessa disciplina, como falta de motivação,

problemas com visualização geométrica e manipulação algébrica de equações. A sequência didática é apresentada por meio de quatro aulas que abordam conceitos fundamentais da Geometria Analítica e a construção de modelos computacionais gráficos. As aulas foram aplicadas em uma turma de Licenciatura em Matemática e incluíram atividades práticas utilizando o GeoGebra. Os resultados obtidos indicam uma melhoria na compreensão dos conteúdos por parte dos alunos, qualificando o processo de ensino com o uso de recursos computacionais e da contextualização dos conteúdos matemáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Geometria Computacional; Geometria Analítica; GeoGebra; Sequência Didática.

RESULTS OF THE APPLICATION OF A DIDACTIC SEQUENCE FOR THE TEACHING OF ANALYTICAL GEOMETRY

ABSTRACT: This work presents the analysis of a didactic sequence that addresses learning difficulties in the discipline of Analytical Geometry in higher education courses. The proposal involves the use of GeoGebra software as a pedagogical tool,

based on previous studies that highlighted the benefits of using this technology in teaching mathematics. A bibliographic review is carried out which, through a critical analysis, identified some of the main learning difficulties in this discipline, such as lack of motivation, problems with geometric visualization and algebraic manipulation of equations. The didactic sequence is presented through four classes that address fundamental concepts of Analytical Geometry and the construction of graphic computational models. The classes were applied in a Mathematics Degree class and included practical activities using GeoGebra. The obtained results indicate an improvement in the understanding of the contents by the students, qualifying the teaching process with the use of computational resources and the contextualization of the mathematical contents.

KEYWORDS: Computational Geometry; Analytical Geometry; GeoGebra; Didactic Sequence.

1 | INTRODUÇÃO

A matemática é uma disciplina que apresenta dificuldades de compreensão para os estudantes brasileiros, como indicado pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), que é estudo comparativo sobre o desempenho acadêmico dos alunos do ensino básico. No caso do Brasil, os resultados mostram que os estudantes têm um baixo desempenho em matemática em comparação com outros países. Diversos estudos, como os de Waiselfisz (2009) e Nogueira (2018), também destacam a dificuldade dos discentes brasileiros em ciências exatas. Tal problemática justifica a necessidade de pesquisas que busquem compreender esse fenômeno e se proponham a buscar soluções para amenizar seus impactos.

Estudos, como o de Rosa, Santos e Mendes (2019), analisaram as problemáticas no ensino da disciplina de Geometria Analítica em cursos de engenharia e licenciatura em matemática. Essas pesquisas identificaram que os alunos não possuem o domínio adequado dos conceitos matemáticos fundamentais do conteúdo, o que afeta seu desempenho acadêmico ao longo do curso. Assim, o presente trabalho tem como objetivo investigar as dificuldades de aprendizado na referida disciplina em cursos de nível superior, bem como propor uma alternativa para seu ensino.

Para sanar tais adversidades, propomos o uso do software Geogebra aliado ao ensino da Geometria Analítica. Esse tipo de proposta tem se mostrado eficaz no ensino da matemática. Estudos, como o projeto “Objetos de Aprendizagem na Sala de Aula: Recursos, Metodologias e Estratégias para melhoria da Qualidade da Aprendizagem” desenvolvido pela Universidade Estadual Paulista (FAPESP, 2013), demonstraram que o uso de objetos digitais de aprendizagem elevou o comprometimento dos alunos, resultando em um melhor desempenho. Além disso, mostrou que o software GeoGebra permite a visualização e compreensão de conceitos geométricos de forma mais concreta, indo de encontro com as dificuldades discentes.

Portanto, este estudo propõe uma sequência didática utilizando o software GeoGebra para abordar as dificuldades de ensino e aprendizagem na disciplina de

Geometria Analítica. Em específico, realizamos a incorporação de elementos da geometria computacional no ambiente de sala de aula pode despertar o interesse dos alunos e ajudá-los a compreender a relevância prática desses conteúdos. Espera-se que essa abordagem inovadora contribua para melhorar o desempenho dos alunos e a qualidade do ensino da disciplina.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Realizamos um levantamento bibliográfico sobre as principais dificuldades de aprendizado em Geometria Analítica encontradas na literatura, bem como das experiências que já foram realizadas para ensinar o conteúdo com auxílio do GeoGebra. Esse estudo inicial determinou as problemáticas que serão tratadas em nossa sequência didática.

O estudo de Pires (2016) investigou potenciais dificuldades de aprendizagem da Geometria Analítica no Ensino Médio. A pesquisa revelou que a metodologia de ensino utilizada iniciava com definições sobre os conteúdos, seguido de exercícios de fixação, sem explorar a contextualização da realidade dos alunos nem buscar motivá-los.

Junior e Lopes (2017) realizaram um mapeamento de dissertações e teses brasileiras sobre o uso de Tecnologias Digitais no ensino da Geometria Analítica. Eles constataram que as principais adversidades relatadas eram a dificuldade de visualização das construções geométricas, a manipulação algébrica de equações e a falta de motivação para o estudo.

Em suma, os estudos revisados destacam seis adversidades que foram tratadas no desenvolvimento da prática didática, são elas: Falta de motivação; Metodologias tradicionais que usam apenas a lousa como recurso visual; Ausência de habilidades matemática oriundas do ensino básico; Problemas com a visualização geométrica; Problemas com a manipulação algébrica de equações; Problemas para relacionar representações algébricas e geométricas.

Para abordar tais dificuldades propomos a integração de recursos computacionais no ensino de matemática, visando aprimorar a aprendizagem por meio de conexões entre a realidade do aluno e os conteúdos escolares. Ao utilizar tecnologias digitais, como mencionado por Bellini (2006), busca-se promover uma aprendizagem significativa e o desenvolvimento das competências necessárias para a formação dos estudantes, estabelecendo objetivos pedagógicos claros e criando um ambiente de aprendizagem significativo, capaz de despertar o interesse dos alunos e facilitar a construção de conhecimento em seu contexto.

Valente, Almeida e Geraldini (2017) observam que o uso de recursos tecnológicos no ensino de matemática requer uma abordagem contextualizada e articulada com os objetivos pedagógicos, destacando o papel fundamental do professor na criação de um ambiente que propicie uma aprendizagem significativa. Dessa forma, o uso das tecnologias digitais pode modernizar as práticas educativas, preparando os alunos para o mundo digital

e proporcionando uma aprendizagem de qualidade, que promova uma educação inclusiva alinhada às demandas da sociedade contemporânea.

Em específico, observamos que a Geometria Computacional e a computação gráfica têm sido utilizadas no desenvolvimento de produções artísticas, econômicas e sociais, tornando-as relevantes como aplicações matemáticas (LISEIKIN, 2017). No ambiente escolar, essas tecnologias podem ser exploradas como recursos motivacionais e ferramentas pedagógicas inovadoras no ensino de geometria, despertando o interesse dos alunos em compreender como os conteúdos matemáticos são aplicados na prática (PEREIRA; FRANCO, 2018). Portanto, exploramos tais potencialidades em nossa sequência didática.

Nos últimos anos, o acesso a equipamentos com capacidade de processamento gráfico adequada facilitou a exploração da geometria computacional em ambientes educacionais, dessa forma, é possível desenvolver recursos que tornem o ensino mais significativo, facilitando o entendimento dos conteúdos (TOTI; MARTINS; SILVA, 2016). Além disso, o uso computação gráfica permite que os alunos visualizem conceitos abstratos e dinâmicos, reduzindo dificuldades de aprendizado e tornando o conteúdo mais compreensível.

Softwares educacionais que exploram visualizações gráficas têm sido cada vez mais utilizados como ferramentas pedagógicas para abordar dificuldades de abstração visual em relação a conceitos geométricos. A utilização de recursos computacionais com elementos visuais proporciona uma nova forma de refletir sobre conhecimentos geométricos, auxiliando na percepção da forma e do espaço, problematizando a geometria analítica.

Para fundamentar o desenvolvimento de uma nova sequência didática, tentando não repetir outros experimentos, realizamos uma síntese dos estudos sobre o uso do GeoGebra no ensino da Geometria Analítica. Essa revisão busca compreender as dificuldades de aprendizagem nessa disciplina e como o GeoGebra pode auxiliar na prática didática.

Souza (2016) realizou um estudo em que os estudantes relacionavam cálculos algébricos com a visualização dos objetos de estudo por meio do GeoGebra, observando melhorias no interesse e desempenho dos alunos. Souza, Fontes e Borba (2019) utilizaram o GeoGebra para a verificação de demonstrações e produção de vídeos, observando aumento na capacidade de comunicação dos alunos. Junior et al. (2013) também desenvolveram experiências de ensino com o GeoGebra, relatando resultados positivos no aprendizado da Geometria Analítica. Müller e Lieban (2012) construíram um site com objetos de aprendizagem e ofereceram um curso de extensão para estudantes e professores, visando incentivar o uso do GeoGebra no ensino de matemática.

Esses estudos evidenciam os benefícios do GeoGebra no ensino da Geometria Analítica, como o desenvolvimento de habilidades de raciocínio crítico, visualização geométrica e compreensão dos conceitos matemáticos. Assim, podemos considerar o software como uma ferramenta pedagógica que contribuir para melhoria da aprendizagem.

3 | METODOLOGIA DE PESQUISA

Realizamos uma revisão bibliográfica com intuito de identificar as principais dificuldades de aprendizagem dos estudantes na disciplina de Geometria Analítica, além de conhecer outros trabalhos que abordam o conteúdo por meio do GeoGebra. Com base nessa revisão, selecionamos os aspectos aprofundados nas atividades da sequência didática, visando esclarecer tais tópicos, bem como identificar elementos que já obtiveram sucesso no ensino da matéria, e aqueles que não tiveram êxito.

A revisão bibliográfica foi embasada nos pressupostos teóricos de Bogdan e Biklen (1994), utilizando critérios qualitativos para a seleção das referências. Para estruturar o instrumento de pesquisa, seguimos os procedimentos metodológicos propostos por Gil (2010), realizando uma análise crítica do tema e buscando atualizar e desenvolver conhecimentos relevantes. A investigação foi conduzida por meio de um estudo sistemático em materiais publicado em livros e acervos digitais composto por artigos científicos indexados nas bases de dados SciELO e Google Acadêmico.

A sequência didática proposta utiliza recursos de geometria computacional por meio do software GeoGebra. Realizamos atividades que envolviam a identificação de elementos gráficos e algébricos por meio da construção de modelos computacionais de sólidos de revolução. Aplicamos as atividades em uma turma de Licenciatura em Matemática de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no Rio Grande do Sul. A turma era composta por 14 alunos no terceiro semestre, com idades entre 22 e 46 anos.

A sequência didática é composta por quatro aulas que abordam tópicos desde conceitos fundamentais da Geometria Analítica até a construção de modelos computacionais gráficos. O público-alvo são alunos de Ensino Superior que estão cursando disciplinas relacionadas à Geometria Analítica ou Cálculo Diferencial e Integral. As aulas abordam revisões de vetores, equações de retas e planos, intersecção entre retas e planos, construção de grade tridimensional e construção de modelos gráficos de sólidos de revolução.

A primeira aula é sobre vetores e o estudo da reta. Inicialmente foi feita uma revisão do conhecimento prévio dos alunos sobre vetores e dependência linear, em seguida, foi apresentada a motivação para o estudo das equações da reta e do plano, com exemplos de aplicação na construção de grades para mapeamento de pontos na geometria computacional. Depois, foram introduzidos os conceitos básicos sobre vetores, paralelismo e dependência linear. Utilizando o software GeoGebra, foram apresentadas as representações gráficas desses conceitos.

Em seguida, foi explicado o processo de construção da reta e suas equações vetorial e paramétrica, acompanhadas por construções no GeoGebra, e foi feita a aplicação do conteúdo em um problema de geometria computacional relacionado à construção de

modelos gráficos. A aula foi concluída com a realização de atividades práticas utilizando o GeoGebra e a resolução de uma lista de exercícios.

Na segunda aula foi apresentado o estudo das equações geral e paramétrica do plano. Utilizando o GeoGebra, demonstrou-se que com apenas dois pontos não é possível determinar um único plano, sendo necessários pelo menos três pontos não colineares, ou um ponto e dois vetores linearmente independentes. Também foi mostrado como determinar se um ponto pertence a um plano por meio dessas equações.

Um problema prático com o uso do GeoGebra foi proposto, no qual era necessário verificar se três pontos pertenciam aos respectivos planos dados, contextualizando o mapeamento realizado na geometria computacional. A aula concluiu com a recomendação de práticas adicionais utilizando o software para a fixação dos conceitos, e o fornecimento de exercícios objetivos e dissertativos para a verificação da aprendizagem.

A terceira aula é direcionada para a construção da grade tridimensional utilizada no mapeamento de pontos e para a compreensão das interações entre retas e planos nesse ambiente. Por meio de experimentações com o GeoGebra, foram estudadas as possíveis posições relativas e intersecções entre duas retas, dois planos, e um plano e uma reta, sendo esses conceitos fundamentais na geometria computacional.

Por fim, foi mostrada uma grade tridimensional que permite o mapeamento de pontos para a construção de um modelo gráfico de um objeto, exemplificando-se com uma garrafa marcada com pontos de interesse. A aula foi concluída com a solicitação para que os alunos reproduzam as construções vistas e realizem exercícios relacionados aos temas abordados.

Na última aula o foco foi o desenvolvimento de modelos computacionais gráficos de objetos físicos usando os conceitos trabalhados nas aulas anteriores. Primeiro, é revisado o processo de construção da grade tridimensional de planos paralelos e perpendiculares para o mapeamento de pontos de interesse. Utilizando o GeoGebra, é apresentado um método conveniente para realizar esse procedimento, tomando a origem como ponto de referência e vetores específicos como vetores diretores.

Outro método para construção de modelos computacionais gráficos consiste em marcar pontos diretamente na superfície do objeto a ser modelado e importar essas marcações para o GeoGebra, exemplificamos esse procedimento com a modelagem de uma garrafa. Os alunos são incentivados a construir seus próprios modelos para avaliação. A Figura 1 mostra duas das construções realizadas pelos discentes.

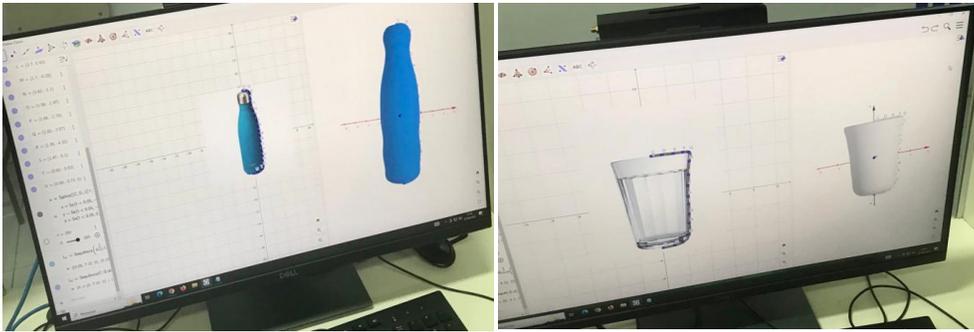


Figura 1: Modelos computacionais gráficos construídos em aula.

Fonte: Dos autores (2022).

A investigação foi dividida em dois momentos metodológicos distintos: coleta de dados e análise/interpretação dos dados. A coleta ocorreu por meio de folhas de atividades com questões objetivas e dissertativas, além dos arquivos dos alunos contendo suas construções de modelos computacionais.

Para a análise qualitativa, utilizamos as questões dissertativas e os arquivos de construções do GeoGebra. O estudo dos dados foi conduzido de maneira crítica e problematizada, visando interpretar e atribuir significado contextualizado as respostas obtidas para aprofundar o entendimento da realidade estudada e identificar as razões por trás dos resultados e dificuldades observados (MARCONI; LAKATOS, 2007).

A análise quantitativa considerou as respostas das questões objetivas articulada com a argumentação da estatística descritiva de Morettin e Bussab (2017). Dessa forma, a avaliação dos problemas propostos permitiu a construção de uma perspectiva sobre o aprendizado. Os resultados foram analisados em conjunto com dados qualitativos para uma interpretação abrangente do procedimento da prática didática

4 | DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

O conjunto de dados coletados é composto por construções elaboradas com o GeoGebra, experiências de sala de aula e resoluções de listas de exercícios realizadas pelos 14 discentes participantes. Dividimos o processo de análise com base na natureza quantitativa ou qualitativa das informações.

Os dados para o estudo quantitativo foram obtidos por meio de 10 exercícios objetivos distribuídos nas listas de exercícios das três primeiras aulas. Na Tabela 1 apresentamos o número de acertos dos alunos, que são identificados pelos números de 1 até 14.

Aluno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nota	4	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9

Tabela 1: Número de acertos de cada aluno.

Fonte: Dos Autores (2023).

A distribuição do número de acertos indica que a maioria teve um bom desempenho, dada a comparação com o número de erros. A análise estatística descritiva dos dados revela que a média de acertos da turma foi 6.57, a mediana foi 6.5 e a moda foi 6. Observa-se que os valores da mediana e da moda são inferiores ao da média, indicando que pelo menos metade dos alunos teve uma nota acima da média.

Destaca-se que a outra metade da turma teve desempenho inferior à média, sendo 6 a nota mais frequente e apenas três outras abaixo desta. No entanto, os valores de dispersão mostram que a maioria dos alunos teve um número de acertos próximo da média, mesmo aqueles que não atingiram a mesma, com um desvio médio de 1.14, desvio padrão de 1.39 e variância de 1.93. De fato, 9 estudantes acertaram entre 5 e 7 questões.

O estudo qualitativo envolveu a análise dos dados coletados a partir das respostas das questões dissertativas nas listas de exercícios, e das construções realizadas no GeoGebra. Para organizar a apresentação do estudo, dividimos o conteúdo em unidades temáticas específicas relacionadas aos problemas mais comuns encontrados nas resoluções, buscando identificar as possíveis causas para os erros percebidos. Neste trabalho, discutimos as adversidades observadas no mapeamento de pontos.

Os exercícios analisados questionam os procedimentos necessários para o mapeamento de pontos em grades planas e tridimensionais na construção de modelos computacionais gráficos. Os alunos enfrentam dificuldades em associar as grades construídas com o sistema de coordenadas cartesianas necessário para estabelecer as equações dos pontos, retas e planos. Suas respostas não mencionam a aplicação adequada da notação matemática para descrever os procedimentos de mapeamento de pontos.

Para marcar os pontos podemos colocar o objeto em cima da grade e desenhar os pontos do objeto que tocam nas retas, depois ligamos todos os pontos para formar o contorno do objeto. Vamos ter um esboço da forma do objeto, para terminar temos que fazer o contorno (Resposta para grades planas).

Para mapear o objeto podemos desenhar o contorno dele com diferentes tamanhos em vários planos. Em cada contorno marcamos os pontos de interesse, e em cada ponto construímos outros planos para construir a grade tridimensional. Juntando todos esses planos e contornos temos um esqueleto do desenho, ligando os pontos e contornos podemos construir o modelo (Resposta para grades tridimensionais).

Essas dificuldades são semelhantes às encontradas no estudo de Oliveira (2020), que investigou as dificuldades de representação analítica da circunferência. Os alunos têm dificuldade em associar o ponto fixo do centro da circunferência com suas coordenadas cartesianas, o que dificulta a determinação correta da equação.

... o aluno não escreveu de modo satisfatório a definição da circunferência, não escrevendo a equação reduzida correspondente. Porquanto ele não tenha escrito a definição da circunferência com êxito, ele também não denominou o ponto fixo do raio. Assim, o aluno nessa atividade não realizou uma conversão, quando se faz a mobilização do registro em linguagem natural para o registro algébrico. No caso em questão, podemos observar que o aluno não consolidou o seu aprendizado sobre a circunferência (OLIVEIRA, 2020, p. 24).

A Teoria de Registros de Representação Semiótica (DUVAL, 2003) propõe que a compreensão desses tópicos matemáticos depende da capacidade de converter e coordenar diferentes registros de representação semiótica. Segundo o autor (2003, p.16), “os tratamentos são transformações de representações dentro de um mesmo registro”, enquanto que “as conversões são transformações de representação que consistem em mudanças de registro conservando os mesmos objetos denotados”.

O entendimento da relação entre a representação visual do objeto e o mapeamento de seus pontos exige a coordenação dos referidos registros de representação semiótica, é necessário que ambos sejam mobilizados simultaneamente para que seja possível estabelecer conexões que permitam a resolução do problema e a aprendizagem do conteúdo.

Do ponto de vista cognitivo, é a atividade de conversão que, ao contrário, aparece como atividade de transformação representacional fundamental, aquela que conduz aos mecanismos subjacentes à compreensão. (DUVAL, 2003, p.22)

Essa capacidade de conversão entre diferentes representações pode contribuir para a aprendizagem de diversos tópicos matemáticos. Portanto, é recomendado desenvolver práticas de ensino que estimulem essa capacidade.

5 | CONCLUSÕES

Ao longo da aplicação da sequência didática, a turma demonstrou motivação com as atividades diferenciadas realizadas no laboratório de informática, o que se refletiu no aumento do número de atividades entregues e na autonomia dos conhecimentos construídos, uma vez que os alunos fizeram os exercícios com suas próprias contribuições, evitando copiarem as ideias e procedimentos que estavam sendo realizados pelos outros colegas. O uso do computador, especialmente com o GeoGebra, despertou o interesse dos alunos, que se mostraram participativos e curiosos em relação às potencialidades dessa ferramenta.

Alguns alunos apresentaram resistência a proposta devido à falta de familiaridade com recursos digitais. Embora tenham surgido dificuldades na manipulação dos recursos e no entendimento dos procedimentos para construção dos modelos computacionais gráficos, a maioria dos alunos conseguiu concluir as atividades.

Apesar de alguns erros nas resoluções dos exercícios, o desempenho geral dos estudantes na compreensão dos conteúdos pareceu estar melhorando progredindo durante o transcorrer das aulas, evidenciando os benefícios da sequência didática adotada. Assim defendemos que essa experiência teve um impacto positivo na aprendizagem dos alunos, contribuindo para valorizar seu percurso acadêmico e promover a construção de conhecimentos além da sala de aula tradicional.

As observações realizadas nas aulas permitiram identificar quais atividades e procedimentos da sequência didática são benéficos para o tratamento de dificuldades de aprendizagem em Geometria Analítica, e quais não são tão efetivos. Como trabalho futuro, busca-se aperfeiçoar a proposta pedagógica com base nos resultados e análises realizadas.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora, 1994.

DUVAL, R. **Registros de Representação Semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática**. In MACHADO, S. D. A (Org.). **Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica**. Campinas: Papyrus, 2003, p 11-33.

FAPESP. **Objetos de aprendizagem na sala de aula: recursos, metodologias e estratégias para melhoria da qualidade da aprendizagem**. Biblioteca Virtual da FAPESP, 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2010.

JUNIOR, A. J. S.; LOPES, E. M. C. **Um Mapeamento de Pesquisas Brasileiras sobre o Trabalho Educativo com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Processo de Ensinar e Aprender Geometria Analítica**. *Revista Eletrônica VIDYA*, v. 37, n. 2, p. 479-497, 2017.

JUNIOR, E. M. M.; SANTOS, H. S.; FERREIRA, M. P. S.; FREITAS, R. F. B.; CARVALHO, T. M. M. **O GeoGebra como ferramenta para o estudo das cônicas**. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2015. **Anais [...]**. SBEM, 2015.

LISEIKIN, V. D. **Grid Generation Methods**. New York: Springer, 2017.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística básica**. São Paulo: Saraiva Educação, 2017.

MÜLLER, T. J.; LIEBAN, D. E. **Construção de utilitários com o software GeoGebra: uma proposta de divulgação da geometria dinâmica entre professores e alunos.** *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, v. 1, n. 1, p. 37-50, 2012.

NOGUEIRA, F. **Saeb: diferença entre estados chega a 50 pontos em Matemática.** Nova Escola, São Paulo, 2018.

OLIVEIRA, O. **Dificuldades de Representação Analítica da Circunferência no 3º Ano do Ensino Médio.** 2020. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Matemática Licenciatura, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

PEREIRA, A. C.; FRANCO, M. E. **Desenvolvendo o pensamento computacional no ensino fundamental com Arduino e Scratch.** *In: ENCONTRO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO DOS INSTITUTOS FEDERAIS*, 5., 2018. *Anais [...]* Porto Alegre SBC, p. 1 - 4, 2018.

PIRES, E. C. P. S. **O ensino da Geometria Analítica: opiniões de docentes e discentes paraenses.** *In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 12., 2016. *Anais [...]*. São Paulo: PUC, p. 1-12, 2016.

ROSA, C. M.; SANTOS, F. F. T.; MENDES, H. C. **Desempenho acadêmico no primeiro ano da graduação: o caso do curso de Estatística da Universidade Federal de Goiás.** *Revista de Educação PUC-Campinas*, v. 24, n. 3, p. 411-424, 2019.

SOUZA, M. B. **Ensino de Geometria Analítica auxiliado por software.** *In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 12., 2016. *Anais [...]*. São Paulo: PUC, 2016.

SOUZA, M. B.; FONTES, B. C.; BORBA, M. C. **A Coparticipação da Tecnologia Digital na Produção de Conhecimento Matemático.** *Sisyphus - Journal of Education*, Lisboa, v. 7, n. 1, p. 62-82, 2019.

TOTI, F. A.; MARTINS, I. L.; SILVA, A. D. **A Integração da Computação Gráfica no Ensino-Aprendizagem do Desenho Técnico.** *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 44., 2016. *Anais [...]*. Natal: UFRN, 2016.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B.; GERALDINI, A. F. S. **Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino.** *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478. 2017.

WAISELFISZ, J. J. **O ensino das ciências no Brasil e o PISA.** 1. ed. São Paulo: Sangari, 2009.